



# La influència dels processos cognitius en la millora dels moviments de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.

**Laia Sallés Oller**

Dipòsit Legal: B 4932-2016

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT INTERNACIONAL DE CATALUNYA

Facultat de Medicina i Ciències de la Salut



LA INFLUÈNCIA DELS PROCESSOS COGNITIUS EN  
LA MILLORA DEL MOVIMENT DE L'EXTREMITAT  
SUPERIOR EN PACIENTS AMB ICTUS EN FASE  
SUBAGUDA

Tesi Doctoral per optar al grau de Doctor en el programa de Doctorat en Fisioteràpia, 2015

Presentada per Laia Sallés Oller

Dirigida per:

Dr. Xavier Gironès Garcia

Dra. Patricia Martín Casas



## AGRAÏMENTS

Semblarà un tòpic però arribar a agrair a tothom que en aquests quatre anys i escaig ha participat, a la seva manera, a la consecució d'aquesta tesi no és gens fàcil. A més, no voldria oblidar-me de ningú...

En primer lloc, agrair al Dr. Xavier Gironès la seva dedicació, tenacitat i paciència, no només durant el Doctorat sinó ja des de la tesina del Màster en Fisioteràpia i Evidència Científica, a on va començar a créixer el nostre embrió que ha resultat en aquest treball d'investigació.

Sense el suport de la Universitat de Ciències de la Salut de Manresa que m'ha permès desenvolupar amb llibertat i dedicació d'hores aquest treball, aquesta tasca hagués estat més difícil. Impossible hagués estat sense la participació de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol i, en concret, del departament de Rehabilitació i Medicina Física liderat pel Dr. Coll i Dra. Durà a qui els voldria agrair la disponibilitat mostrada des d'un inici en uns temps difícils per acceptar projectes nous i externs a la institució. En concret, mostro la meua gratitud a la Conxi Rami, una excel·lent professional i millor persona. No voldria oblidar-me de la resta dels membres de l'equip de treball com són l'Edu, la Carol,...així com els mateixos pacients que han participat en l'estudi, moltes gràcies!

Agrair a tots els companys que han participat sense pensar-s'ho en el panell d'experts, essent aquesta una experiència enriquidora, crec que per ambdues parts. De forma indirecta, agrair a Carlo Perfetti els coneixements que em va donar fa uns anys enrere i la porta que em va obrir en el meu cervell, ja que sense això, tampoc estaria aquí, o si més no, la temàtica d'estudi no seria la mateixa.

També en l'àmbit acadèmic agrair la sincera col·laboració i ajuda d'un savi expert com és el Dr. José Vicente Lafuente. Les seves crítiques m'han fet créixer en tot moment i li agraeixo de tot cor.

No he sentit que aquest procés de tesi estigués complet fins a la incorporació com a co-directora de la tesi de la Dra. Patricia Martín, a qui agraeixo moltíssim el seu suport, la seva feina i la seva visió com a experta del tema.

Agraïments per la Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia pel seu aport econòmic a través de la Beca al millor projecte d'investigació 2012 així com al Gerard Gràcia, Esther

Jorge..., persones que, en moments concrets i de forma desinteressada, han estat de gran ajuda.

I en l'àmbit personal, agrair als meus pares i a tots els meus amics pel seu suport incondicional i escolta que m'han proporcionat durant aquest llarg període (Anna, Fran, Meri, David, Júlia, Rubí... i en especial, la Montse Pujol, companya de fatigues des dels inicis i amb qui espero poder compartir alhora el final d'aquesta etapa).

I per últim, al Jordi, que malgrat incorporar-se a aquest viatge a mig trajecte, s'ha mantingut ferm i m'ha ajudat en tot i més, fent que encarés el tram final amb més i més ganes cada dia. Només desitjo, a partir d'ara, poder retornar-li l'alt preu d'aquest bitllet.

Moltes gràcies a tothom de tot cor.

ÍNDEX D'ABREVIATURES .....	IX
ÍNDEX DE DIAGRAMES.....	XI
ÍNDEX DE FIGURES.....	XII
ÍNDEX DE GRÀFIQUES .....	XIII
ÍNDEX DE TAULES .....	XV
RESUM / RESUMEN / ABSTRACT .....	XVII
PARAULES CLAU / PALABRAS CLAVE / KEY WORDS .....	XXIII
1. INTRODUCCIÓ.....	1
1.1. CONTROL MOTOR.....	1
1.1.1. Definició de control motor .....	1
1.1.2. Plantejaments d'estudi del control motor .....	2
1.1.3. Evolució del concepte de moviment i neurones mirall.....	3
1.1.4. Factors del control motor.....	6
1.1.5. Fases del control motor .....	8
1.1.6. Estructures neurals del control motor.....	11
1.1.7. Alteracions en el control motor .....	13
1.2. APRENTATGE MOTOR .....	16
1.2.1. Definició d'aprenentatge motor.....	16
1.2.2. Tipologies d'aprenentatge motor.....	16
1.2.3. Aprenentatge motor i rol de les neurones mirall .....	17
1.2.4. Aprenentatge motor i processos cognitius.....	19
1.2.5. Alteracions en l'aprenentatge motor.....	22
1.3. L'ICTUS.....	28
1.3.1. Definició d'ictus .....	28

1.3.2.	Etiologia de l'ictus.....	29
1.3.3.	Factors de risc d'ictus.....	30
1.3.4.	Clínica de l'ictus.....	31
1.4.	TRACTAMENT EN L'ICTUS.....	41
1.4.1.	Rehabilitació en l'ictus.....	41
1.4.2.	Fisioteràpia en el tractament de l'ictus.....	42
1.5.	RECUPERACIÓ DE LA FUNCIO I PLASTICITAT DEL SISTEMA NERVIÓS.....	47
1.5.1.	Plantejaments d'actuació terapèutica en l'ictus.....	47
1.5.2.	Recuperació com aprenentatge en situació patològica.....	48
1.5.3.	Plasticitat del Sistema Nerviós.....	49
1.5.4.	Plasticitat i mecanismes de recuperació de la funció.....	51
1.5.5.	Repercussions clíniques: plasticitat i ictus.....	55
1.6.	TRACTAMENT BASAT EN L'APRENTATGE MOTOR EN L'ICTUS... ..	57
1.6.1.	Coneixements de neurociències en l'àmbit clínic.....	57
1.6.2.	Fisioteràpia i aprenentatge motor en l'ictus.....	58
1.7.	LA REHABILITACIÓ NEUROCOGNITIVA.....	67
1.7.1.	La teoria Neurocognitiva.....	67
1.7.2.	Principis bàsics de la teoria Neurocognitiva.....	68
1.7.3.	Interpretació neurocognitiva de la patologia.....	72
1.7.4.	Els exercicis terapèutics.....	76
2.	JUSTIFICACIÓ.....	81
3.	HIPÒTESI I OBJECTIUS.....	87
3.1.	HIPÒTESI.....	87
3.2.	OBJECTIU PRINCIPAL.....	87
3.3.	OBJECTIUS SECUNDARIS.....	87
4.	MATERIAL i MÈTODES.....	91
4.1.	REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES.....	91
4.2.	PROTOCOL NEUROCOGNITIU.....	93

4.2.1.	Planificació en l'àmbit de la Fisioteràpia basada en l'evidència.....	93
4.2.2.	Criteris de viabilitat i de repercussions clínico-terapèutiques.....	94
4.3.	ESTUDI PILOT.....	98
4.3.1.	Tipus de disseny .....	98
4.3.2.	Equip d'investigació .....	98
4.3.3.	Població .....	98
4.3.4.	Criteris de selecció.....	98
4.3.5.	Mostra.....	99
4.3.6.	Grups .....	100
4.3.7.	Variables d'estudi: mostra i viabilitat del protocol .....	100
4.3.8.	Descripció del seguiment de l'estudi.....	106
4.3.9.	Mètode de recollida i gestió de les dades .....	108
4.3.10.	Anàlisi de les dades .....	110
4.3.11.	Qüestions ètiques.....	111
4.3.12.	Limitacions de l'estudi pilot.....	111
4.4.	PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU .....	113
4.4.1.	Mètode de consens.....	113
4.4.2.	Panell d'experts .....	114
4.4.3.	Fases metodològiques.....	114
5.	RESULTATS .....	121
5.1.	REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES .....	121
5.1.1.	Revisió bibliogràfica 1 .....	121
5.1.2.	Revisió bibliogràfica 2 .....	122
5.2.	PROTOCOL NEUROCOGNITIU .....	125
5.3.	ESTUDI PILOT.....	140
5.3.1.	Dades demogràfiques i característiques clíniques.....	140
5.3.2.	Resultats de l'estudi pilot .....	141
5.3.3.	Dades de viabilitat .....	169



5.4.	PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU .....	170
5.4.1.	Dades demogràfiques i professionals del grup d'experts .....	170
5.4.2.	Resultats de la primera ronda .....	172
5.4.3.	Resultats de la segona ronda.....	179
6.	DISCUSSIÓ .....	193
6.1.	DE LES REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES AL PROTOCOL NEUROCOGNITIU .....	193
6.1.1.	Revisions bibliogràfiques .....	193
6.1.2.	Protocol neurocognitiu .....	195
6.2.	ESTUDI PILOT.....	199
6.2.1.	Dades demogràfiques i característiques clíniques de la mostra .....	199
6.2.2.	Resultats de l'estudi pilot .....	199
6.2.3.	Dades de viabilitat .....	218
6.3.	PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU .....	223
6.3.1.	Primera ronda .....	224
6.3.2.	Segona ronda .....	233
6.4.	LIMITACIONS I LÍNIES DE FUTUR.....	235
7.	CONCLUSIONS .....	241
8.	BIBLIOGRAFIA .....	247
9.	ANNEXOS .....	269
	ANNEX 1. <i>Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients</i> (MESUPES) .....	269
	ANNEX 2. <i>Test Motricity Index</i> (MI).....	273
	ANNEX 3. <i>Revised Nottingham Sensory Assessment</i> (RNSA).....	275
	ANNEX 4. <i>Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire</i> (KVIQ).....	279
	ANNEX 5. Comitè Ètic de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol.....	281
	ANNEX 6. Full informatiu i consentiment informat pel participant de l'estudi.....	283
	ANNEX 7. Hoja informativa y consentimiento informado para el participante del estudio.....	285
	ANNEX 8. Carta para la participación de los expertos.....	287

ANNEX 9. Qüestionari panell d'experts ronda 1 .....	289
ANNEX 10. Qüestionari panell d'experts ronda 2.....	291
ANNEX 11. Carta para expertos sobre el informe final.....	293
ANNEX 12. Estratègies de cerca i resultats de la Revisió bibliogràfica 1.....	295
ANNEX 13. Revisió bibliogràfica 1 .....	303
ANNEX 14. Estratègies de cerca i resultats de la Revisió bibliogràfica 2.....	305
ANNEX 15. Revisió bibliogràfica 2 .....	319
ANNEX 16. Resultats panell d'experts ronda 1 .....	321
ANNEX 17. Resultats panell d'experts ronda 2.....	347



## ÍNDEX D'ABREVIATURES

A	Avaluació
ACM	Artèria cerebral mitja
ARA	<i>Action Research Arm</i>
AVD	Activitats de la vida diària
CIF	Classificació Internacional del Funcionament
CIMT	<i>Constraint-induced movement therapy</i>
CM	Control motor
CSMTT	<i>Cognitive Sensory Motor Training Therapy</i>
E	Expert
ES	Extremitat superior
ETC	Exercici terapèutic cognoscitiu
FBE	Fisioteràpia basada en l'evidència
GC	Grup control
GE	Grup experimental
GPC	Guies de pràctica clínica
IC	Interval de confiança
IM	Imatge motora
IP	Investigadora principal
JCR	Journal Citation Reports
KVIQ	<i>Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire</i>
M1	Àrea motora primària
MCT	Memòria a curt termini
Md	Mediana
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
MESUPES	<i>Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients</i>
MI	<i>Motricity Index</i>
MIQ	<i>Movement Imagery Questionnaire</i>
MIQ-R	<i>Movement Imagery Questionnaire-revised</i>
MLT	Memòria a llarg termini
MVC	Malaltia vascular cerebral
n	Mostra

NM	Neurones mirall
P	Participant
PC	Processos cognitius
Q	Quartil
R	Ronda
RNMf	Ressonància magnètica funcional
RNSA	<i>Revised Nottingham Sensory Assessment</i>
RV	Realitat virtual
SMA	Àrea motora suplementària
SNC	Sistema nerviós central
SNM	Sistema de les neurones mirall

## ÍNDIX DE DIAGRAMES

Diagrama 1. Estratègia de cerca: <i>Mirror neurons AND stroke</i> .....	296
Diagrama 2. Estratègia de cerca: <i>Somatotopic organization AND motor cortex</i> .....	297
Diagrama 3. Estratègia de cerca: <i>(motor imagery OR mental practice) AND stroke AND rehabilitation</i> .....	299
Diagrama 4. Estratègia de cerca: <i>“motor control” AND cognition AND stroke</i> .....	306
Diagrama 5. Estratègia de cerca: <i>“motor control” AND stroke AND upper limb AND impairment</i> .....	307
Diagrama 6. Estratègia de cerca: <i>Stroke recovery AND movement deficits</i> .....	309
Diagrama 7. Estratègia de cerca: <i>neuronal plasticity AND cerebral cortex AND stroke AND physical therapy</i> .....	311
Diagrama 8. Estratègia de cerca: <i>recovery and compensation in stroke rehabilitation</i> ....	312
Diagrama 9. Estratègia de cerca: <i>Somatosensory rehabilitation AND stroke</i> .....	314
Diagrama 10. Estratègia de cerca: <i>Neurocognitive approach and physical therapy</i> .....	315

## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. El primer homuncle.....	3
Figura 2. Homuncle motor i sensitíu. ....	4
Figura 3. Zones anatòmiques del sistema de les neurones mirall parietofrontals en l'home.	6
Figura 4. Fases del control motor. ....	8
Figura 5. Nen petit imitant el comportament de dos adults.....	22
Figura 6. Vies piramidals i extrapiramidals.....	33
Figura 7. Dèficits associats amb disfunció arteriolar cerebral.....	38
Figura 8. Representació dels tres ambients responsables de les diferències anatòmiques al cervell de rates de laboratori.....	51
Figura 9. <i>Sprouting</i> axonal. ....	53
Figura 10. Reorganització topogràfica de l'àrea somatosensorial a un cervell de mico. ....	54
Figura 11. Exercici com a problema cognoscitiu: com està orientada en l'espai la figura "T". ....	69
Figura 12. Cronograma de l'estudi pilot.....	108
Figura 13. Base de dades securitzada: <a href="http://www.physioresearch.com/escoesi/">http://www.physioresearch.com/escoesi/</a> .....	109
Figura 14. Fitxa de guia de tractament per cada pacient. ....	109
Figura 15. Superfície tàctil. ....	126
Figura 16. Tasques de discriminació somatosensorial cinestèsiques i tàctils.....	132
Figura 17. Gràfiques de cada ítem per la comparativa entre R1 i R2 dels paràmetres descriptius.....	189

## ÍNDIX DE GRÀFIQUES

Gràfica 1. Gènere de la mostra .....	140
Gràfica 2. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la MESUPES-braç.....	142
Gràfica 3. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la MESUPES-braç.....	143
Gràfica 4. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la MESUPES-braç.....	144
Gràfica 5. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la MESUPES-mà.....	146
Gràfica 6. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la MESUPES-mà.....	147
Gràfica 7. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la MESUPES-mà.....	148
Gràfica 8. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en el test <i>Motricity Index</i> .....	150
Gràfica 9. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en el test <i>Motricity Index</i> .....	151
Gràfica 10. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en el test <i>Motricity Index</i> .....	152
Gràfica 11. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la RNSA-tacte superficial.....	153
Gràfica 12. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la RNSA-tacte superficial.....	154
Gràfica 13. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-tacte superficial.....	155
Gràfica 14. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-localització tàctil.....	156
Gràfica 15. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la RNSA-cinestèsia.....	158
Gràfica 16. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la RNSA-cinestèsia.....	159



Gràfica 17. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-cinestèsia.....	160
Gràfica 18. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la KVIQ-imatge visual. ....	162
Gràfica 19. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la KVIQ-imatge visual. ....	163
Gràfica 20. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la KVIQ-imatge visual. ....	164
Gràfica 21. Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la KVIQ-imatge cinestèsica. ....	166
Gràfica 22. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la KVIQ-imatge cinestèsica.....	167
Gràfica 23. Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la KVIQ-imatge cinestèsica.....	168
Gràfica 24. Distribució per gènere del panell d'experts.....	170
Gràfica 25. Estudis universitaris del panell d'experts.....	171
Gràfica 26. Tipologia de sistema sanitari a on el panell d'experts exerceix la seva professió. ....	172
Gràfica 27. Respostes de cada expert segons els valors de l'escala Likert pels diferents ítems en la R1. ....	173
Gràfica 28. Freqüència de respostes per cada categoria indicada de l'escala Likert en la R1. ....	174
Gràfica 29. Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems conflictius de R1.....	175
Gràfica 30. Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems de R1. ....	177
Gràfica 31. Mitjana i desviació estàndard per cada ítem de la R1 segons els valors de l'escala Likert. ....	178
Gràfica 32. Respostes de cada expert segons els valors de l'escala Likert pels diferents ítems en la R2. ....	179
Gràfica 33. Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems de R2. ....	183
Gràfica 34. Mitjana i desviació estàndard per cada ítem de la R2 segons els valors de l'escala Likert. ....	183

## ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Traducció i adaptació dels ítems d'avaluació de la viabilitat de Shandyinde <i>et al.</i> .....	95
Taula 2. Jerarquia de tasques de discriminació sensitiva .....	133
Taula 3. Resultats de MESUPES-braç. ....	141
Taula 4. Resultats de MESUPES-mà. ....	145
Taula 5. Resultats del test <i>Motricity Index</i> . ....	149
Taula 6. Resultats RNSA subescala tàctil: tacte superficial.....	153
Taula 7. Resultats RNSA subescala tàctil: localització tàctil.....	156
Taula 8. Resultats RNSA subescala cinestèsica. ....	157
Taula 9. Resultats KVIQ subescala imatge visual.....	161
Taula 10. Sumatori de punts de totes les avaluacions per la subescala imatge visual en funció del grup d'estudi i del cantó del cos. ....	164
Taula 11. Resultats KVIQ subescala imatge cinestèsica. ....	165
Taula 12. Sumatori de punts de totes les avaluacions per la subescala imatge cinestèsica en funció del grup d'estudi i del cantó del cos. ....	169
Taula 13. Percentatges de respostes dels experts per cada ítem de la R1 i categoria de l'escala Likert. ....	176
Taula 14. Freqüència i percentatge de respostes per cada categoria Likert i estadística descriptiva dels 3 ítems conflictius en la R1 i R2.....	181
Taula 15. Percentatges de respostes dels experts per cada ítem de la R2 i categoria de l'escala Likert. ....	182



## RESUM / RESUMEN / ABSTRACT

### RESUM

L'alteració en el moviment de l'extremitat superior (ES) és una de les manifestacions més freqüents de l'ictus, cursant amb pèrdua de la força muscular, de la fluïdesa i capacitat de fragmentació entre les articulacions així com amb alteracions sensitives tàctils i propioceptives o bé, cognitives de l'atenció, capacitat per imaginar, etc.

L'actuació terapèutica s'ha adaptat a l'actual concepte de moviment fruit del funcionament sistèmic de les estructures nervioses, amb la integració d'informacions de caire motor, sensitiu i cognitiu per la consecució del moviment coordinat i funcional. L'abordatge neurocognitiu insereix estratègies cognitives com l'observació de l'acció, la imatge motora o la imitació en els exercicis terapèutics, juntament amb l'activació guiada de l'atenció o la resolució de problemes per la recuperació del moviment post-ictus.

L'objectiu principal consisteix en avaluar l'efectivitat de l'activació guiada dels processos cognitius cap a les informacions del cos i de la interacció cos-objecte per la millora de la quantitat i la qualitat del moviment de l'ES en pacients d'ictus en fase subaguda.

S'ha procedit a revisar publicacions científiques amb els criteris de selecció i filtres establerts, a través de diferents cerques, utilitzant bases de dades bibliogràfiques com Science Direct, Pubmed, PEDro o *The Cochrane Library*.

S'ha dissenyat un protocol de valoració i tractament basat en l'abordatge neurocognitiu i en els avenços actuals en neurociències per la recuperació del moviment de l'ES en ictus subagut.

El protocol s'ha aplicat en el marc d'un estudi pilot experimental aleatoritzat de simple cec realitzat durant els anys 2012-13 en el Departament de Rehabilitació de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol de Badalona en 8 participants. Aquests es van distribuir en el grup control, que seguien el protocol tradicional, i el grup experimental amb l'aplicació del protocol neurocognitiu.

L'estudi pilot ha avaluat: 1) l'evolució del participant en les diferents avaluacions per cada variable: motora (funcionalitat i força muscular), sensitiva (tacte i cinestèsia) i cognitiva (imatge motora); 2) l'evolució en el temps comparant entre grups i 3) la viabilitat del protocol neurocognitiu en un context real. S'ha realitzat un anàlisi descriptiu i estadístic amb tests no paramètrics com els tests U Mann-Whitney i *Wilcoxon signed-rank*.

Posteriorment, el protocol neurocognitiu ha estat avaluat per un panell d'experts mitjançant el mètode Delphi per tal d'obtenir un consens i millores per futures aplicacions.

S'han obtingut dues revisions bibliogràfiques: la primera sobre l'organització motora cortical i el rol dels sistemes de les neurones mirall i la segona referent a la fisioteràpia neurocognitiva. S'ha obtingut un protocol de valoració i tractament amb l'utilització de 4 instruments de mesura per les diferents variables així com una sèrie d'exercicis terapèutics organitzats jeràrquicament en funció de l'estat del participant. Els resultats indiquen una tendència clínica més favorable en el grup neurocognitiu, tot i que no estadísticament significativa, amb millores considerables en la capacitat funcional de l'ES, i de forma més evident, a la mà.

De l'aplicació del protocol en l'estudi pilot i de les aportacions dels experts emergeixen propostes de futur dirigides a: incrementar la mostra i el temps de la intervenció, realitzar estudis en ictus en fase crònica; efectuar una estratificació basal per establir correlacions entre variables; reorganitzar el temps de tractament segons l'estat inicial així com introduir tasques de discriminació d'altres informacions somatosensorials.

El protocol neurocognitiu ha estat viable i sembla ser efectiu per afavorir una millor funcionalitat de l'ES del pacient amb ictus subagut, a través d'una avaluació acurada del seu estat per una millor adequació de l'exercici terapèutic en els aspectes que conformen el control motor. A més, l'alt grau de consens obtingut dels experts reforça el protocol per ser aplicat en futurs estudis sobre la fisioteràpia neurocognitiva.

## RESUMEN

La alteración en el movimiento de la extremidad superior (ES) es una de las manifestaciones más frecuentes del ictus cursando con pérdida de la fuerza muscular, de la fluidez y capacidad de fragmentación entre las articulaciones así como con alteraciones sensitivas del tacto o la propiocepción o bien, alteraciones cognitivas de la atención, capacidad para imaginar, etc.

La actuación terapéutica se ha adaptado al actual concepto de movimiento fruto del funcionamiento sistémico de las estructuras nerviosas, con la integración de informaciones de tipo motor, sensitivo y cognitivo para la consecución del movimiento coordinado y funcional. El abordaje neurocognitivo incorpora estrategias cognitivas como la observación de la acción, la imagen motora y la imitación en sus ejercicios terapéuticos, junto con la activación guiada de la atención o la resolución de problemas para la recuperación del movimiento post-ictus.

El objetivo principal consiste en evaluar la efectividad de la activación guiada de los procesos cognitivos hacia las informaciones del cuerpo y de la interacción cuerpo-objeto para la mejora de la cantidad y la calidad del movimiento de la ES en pacientes con ictus en fase subaguda.

Se ha procedido a revisar publicaciones científicas con los criterios de selección y filtros establecidos, a través de diferentes búsquedas, utilizando bases de datos como Science Direct, Pubmed, PEDro o *The Cochrane Library*.

Se ha diseñado un protocolo de valoración y tratamiento basado en el abordaje neurocognitivo y en los nuevos avances en neurociencias para la recuperación del movimiento de la ES en ictus subagudo.

El protocolo se ha aplicado en el marco de un estudio piloto experimental aleatorizado de simple ciego realizado durante los años 2012-13 en el Departamento de Rehabilitación del Hospital Universitario Germans Trias i Pujol de Badalona en 8 participantes. Estos se distribuyeron en el grupo control, los cuales seguían el protocolo tradicional, y el grupo experimental con la aplicación del protocolo neurocognitivo.

El estudio piloto ha evaluado: 1) la evolución del participante en las diferentes evaluaciones para cada variable: motora (funcionalidad y fuerza muscular), sensitiva (tacto y cinestesia) y cognitiva (imagen motora); 2) la evolución en el tiempo comparando entre grupos y 3) la viabilidad del protocolo neurocognitivo en un contexto real. Se ha realizado

un análisis descriptivo y estadístico con tests no paramétricos como los tests U Mann-Whitney y *Wilcoxon signed-rank*.

Posteriormente, el protocolo neurocognitivo ha sido evaluado por un panel de expertos mediante el método Delphi para obtener un consenso y mejoras para futuras aplicaciones.

Se han obtenido dos revisiones bibliográficas: la primera sobre la organización motora cortical y el rol de los sistemas de las neuronas espejo y la segunda referente a la fisioterapia neurocognitiva. Se ha obtenido un protocolo de valoración y tratamiento con la utilización de 4 instrumentos de medición para las diferentes variables así como una serie de ejercicios terapéuticos organizados jerárquicamente en función del estado del participante. Sus resultados indican una tendencia clínica más favorable en el grupo neurocognitivo, aunque no estadísticamente significativa, con mejoras considerables en la capacidad funcional de la extremidad superior, y de forma más evidente, a nivel de la mano.

De la aplicación del protocolo en el estudio piloto y de las aportaciones de los expertos emergen propuestas de futuro dirigidas a: incrementar la muestra y el tiempo de la intervención, realizar estudios en ictus en fase crónica; efectuar una estratificación basal para establecer correlaciones entre variables; reorganizar el tiempo de tratamiento según el estado inicial así como introducir tareas de discriminación de otras informaciones somatosensoriales.

El protocolo neurocognitivo ha sido viable y parece ser efectivo para favorecer una mejor funcionalidad de la ES del paciente con ictus subagudo, a través de una evaluación cuidadosa de su estado que permite una mejor adecuación del ejercicio terapéutico en los aspectos que conforman el control motor. Además, el alto grado de consenso obtenido de los expertos refuerza el protocolo para ser aplicado en futuros estudios sobre la fisioterapia neurocognitiva.

## ABSTRACT

Alteration in movement of the upper extremity (UE) is one of the most common conditions following stroke resulting in loss of muscle strength, fluidity and fragmentation between the joints as well as alterations in the sense of touch or proprioception, or cognitive alterations affecting attention, the ability to imagine, etc.

The therapy applied in such cases has adapted to the concept of movement, which is now considered to be the product of the systemic functioning of nerve structures, with the integration of motor, sensory and cognitive information which is necessary for the coordinated and functional movement to be performed. The neurocognitive approach includes cognitive strategies such as action observation, motor imagery and imitation in their therapeutic exercises, along with the guided activation of other cognitive processes, such as attention or problem solving, for recovering movement following a stroke.

The main objective is to evaluate the effectiveness of the guided activation of cognitive processes in the information being received from the body and the body-object interaction to improve the quantity and quality of movement of the UE in patients with stroke in the subacute phase.

Scientific publications have been reviewed with the selection criteria and filters set through different search engines using databases such as Science Direct, Pubmed, PEDro o The Cochrane Library.

An evaluation and treatment protocol has been designed based on both the neurocognitive approach and the latest advances in neuroscience for recovering UE movement in subacute stroke.

The protocol was applied in the context of a randomised experimental single-blind pilot study carried out during the years 2012-13 in the Department of Rehabilitation, in the Germans Trias i Pujol University Hospital in Badalona with 8 participants. These were distributed into the control group, which followed the traditional protocol, and the experimental group with the application of the neurocognitive protocol.

The pilot study evaluated: 1) the participant's progress in the different assessments for each variable: motor (functionality and muscle strength), sensory (touch and kinaesthetic), and cognitive (motor imagery); 2) the progress over time with a comparison between groups and 3) the feasibility of the neurocognitive protocol in a real context. The evolution of



participants and groups has been analysed descriptively and statistically through non-parametric tests such as the Mann-Whitney U test and the Wilcoxon signed-rank test.

Subsequently, the neurocognitive protocol has been evaluated by a panel of experts using the Delphi method with the intention of obtaining a consensus concerning improvements for future applications.

Two literature reviews were obtained: the first on the motor cortical organisation and the role of the mirror neurons systems and the second concerning neurocognitive physiotherapy. A protocol for evaluation and treatment with the use of four scales for the different variables and a series of therapeutic exercises organized hierarchically depending on the participant's condition was obtained. Although not statistically significant, its results indicate a more favourable clinical progression in the neurocognitive group, with considerable improvements in the functional capacity of the UE, and most evidently, regarding hand functionality.

From the implementation of the protocol in the pilot study and the feedback from the experts, future proposals have emerged, aimed at: increasing the sample and the time of the intervention; carrying out studies on strokes in a chronic phase; conducting a baseline stratification to establish correlations between variables; rearranging the treatment time according to the initial condition and introducing other discriminatory tasks based on somatosensory information.

The neurocognitive protocol is feasible and appears to be effective in promoting better functionality of the UE of patients with subacute stroke, through a careful assessment of their condition, which allows the most appropriate therapeutic exercises to be applied in aspects affecting motor control. In addition, the high degree of consensus among the experts reinforces the usefulness of this protocol in future studies of neurocognitive physiotherapy.

## **PARAULES CLAU / PALABRAS CLAVE / KEY WORDS**

### PARAULES CLAU (per ordre alfabètic)

Abordatge neurocognitiu; Aprenentatge motor; Discriminació somatosensorial; Ictus; Imatge motora; Neurons mirall; Plasticitat neuronal; Rehabilitació; Sistema nerviós.

### PALABRAS CLAVE (por orden alfabético)

Abordaje neurocognitivo; Aprendizaje motor; Discriminación somatosensorial; Ictus; Imagen motora; Neuronas espejo; Plasticidad neuronal; Rehabilitación; Sistema nervioso.

### KEY WORDS (alphabetical order)

Mirror neuron; Motor imagery; Motor learning; Nervous System; Neurocognitive approach; Neuronal plasticity; Rehabilitation; Somatosensory discrimination; Stroke.



# **INTRODUCCIÓ**



## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. CONTROL MOTOR

#### 1.1.1. Definició de control motor

En fisioteràpia, un dels mitjans més emprats és el moviment. El terme moviment s'ha definit com el desplaçament de les articulacions o parts del cos sense cap objectiu específic (1). D'altra banda, amb els coneixements neurofisiològics més actuals sobre una organització més complexa del moviment i amb els estudis sobre les neurones mirall i el seu paper en l'observació i execució motora, el **moviment passa a ser vist com una acció**, és a dir, com un seguit d'actes motors organitzats per aconseguir un objectiu específic, amb una intenció motora, com per exemple, agafar una tassa de cafè (acte motor) per beure (intenció) (2). Així doncs, el moviment és una de les característiques vitals per l'ésser humà ja que li permet poder elaborar accions com agafar menjar i alimentar-se, respirar, defensar-se, etc... (3).

El control motor (CM) es defineix com l'habilitat per regular o dirigir els mecanismes que participen en els moviments, tant si aquests són reflexes com apresos (4). En l'actualitat, es parla de CM per referir-se a la cooperació de diferents estructures del sistema nerviós central (SNC) organitzades de forma jeràrquica (entre els nivells ascendents-descendents) i en paral·lel (la mateixa senyal és processada simultàniament a varies estructures) per donar lloc a la realització correcta d'un moviment (5-7). Les diferents zones del sistema nerviós que configuren el sistema de la percepció i, de la mateixa manera, les del sistema de l'acció interaccionen conjuntament amb la cognició, la qual incideix i es solapa en els diferents nivells de processament d'aquests dos sistemes, per tal de donar el moviment. Així doncs, és important considerar el CM com un comportament complex que va més enllà de l'execució motora i dels processos habitualment relacionats amb la funció de l'àrea motora primària (M1) perquè abraça també aspectes sensitius i cognitius que influeixen i modulen l'actuació motora, tals com l'observació, la selecció, la planificació i anticipació motora, l'atenció... (8,9). La interconnexió entre processos motors i perceptius és present a tots els nivells del sistema nerviós i en qualsevol tipus d'acció, flexibilitat que permet que una mateixa acció (p.ex. rascar el nas) es pugui realitzar de multitud de maneres (amb variacions d'angles, d'intensitat...). Es parla d'integració sensitiva-motora o també de cicle perceptiu-motor (6,10).

### **1.1.2. Plantejaments d'estudi del control motor**

L'estudi del CM consisteix en comprendre com les diferents estructures del sistema nerviós central (medul·la espinal, tronc encefàlic, escorça i cerebel) es relacionen i són capaces d'organitzar els diversos elements singulars (músculs, ossos, articulacions) per donar un moviment coordinat i funcional. De la mateixa manera, es dóna importància a la utilització de la informació sensorial provinent de l'entorn i de l'interior del propi cos en el control dels moviments (4,11).

Han existit, però, diferents teories sobre el control del moviment. Primer de tot, Charles Sherrington amb la Teoria reflexa, considerant els reflexes com els components bàsics de tot comportament complex. Tradicionalment, l'enfocament d'estudi del CM que s'ha donat és l'anomenat "Top-down" o abordatge de control "Dalt-baix". L'ideador d'aquest model va ser Hughings Jacksons, metge del segle XIX. Aquest enfocament suposa una jerarquia entre els elements del SNC per controlar i organitzar els moviments: nivell alt, mig i baix. A dalt de tot hi ha les àrees corticals que exerceixen aquest control sobre els moviments voluntaris d'habilitat i a baix, la medul·la espinal per la seva execució. La jerarquia "Dalt-baix" mai es trenca (4,11,12).

Però aquest model jeràrquic ha sofert modificacions al llarg del segle XX (4). Actualment, han sorgit altres plantejaments en els quals, més que una jerarquia seqüencial o serial, hi té lloc també l'actuació de diferents sistemes de control en paral·lel, els quals permeten la integració de tots els nivells, des de la medul·la espinal fins a l'escorça cerebral (4,11). La realització en paral·lel d'aquests processos s'evidencia quan l'individu és capaç de prendre decisions realitzant, al mateix temps, les tasques motores amb una major eficàcia (11). En aquestes línies de pensament més recents, el moviment emergeix de la interacció dels diferents elements a on aspectes com el context en què té lloc un moviment així com la tasca esdevenen importants (4,11,13).

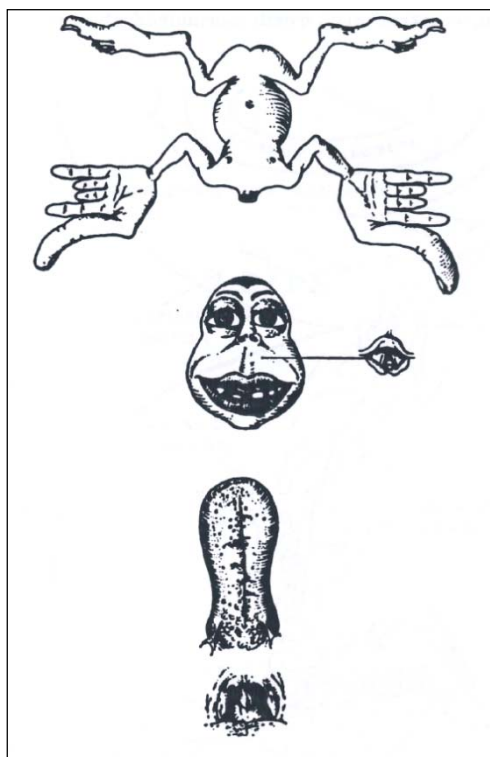
Aquest nou plantejament és coherent amb els estudis que han anat sorgint sobre les àrees motores. S'ha evolucionat des d'una perspectiva localitzacionista del moviment (determinats aspectes del moviment resultarien de l'activació d'una zona concreta del SNC) a una visió sistèmica (activació simultània de múltiples àrees per realitzar i controlar el moviment, sense existir la correlació esperada de moviment resultant - estructura neuronal activada) (10). Així doncs, es passa també d'una concepció seqüencial del

sistema motor (percepció → cognició → moviment) a l'activació dels diferents processos seguint una organització més complexa, distribuïda i en paral·lel del moviment (14).

### 1.1.3. Evolució del concepte de moviment i neurones mirall

#### 1.1.3.1. De Penfield a l'actualitat

La idea de moviment que ha estat imperant fins a finals del segle XX prové de coneixements i estudis sobre l'organització de l'escorça motora d'inicis dels anys 50 amb els treballs de Penfield, entre d'altres (14–16). Al 1937 Penfield i Boldrey van fer el primer intent d'identificar la localització a nivell cortical de les diferents parts del cos. Van il·lustrar els seus resultats mitjançant un homuncle definit com una imatge visual de la mida i seqüència de les àrees corticals corresponents a diferents parts del cos (Figura 1). En ell s'hi representen conjuntament les característiques motores i sensibles (17).



**Figura 1.** El primer homuncle.

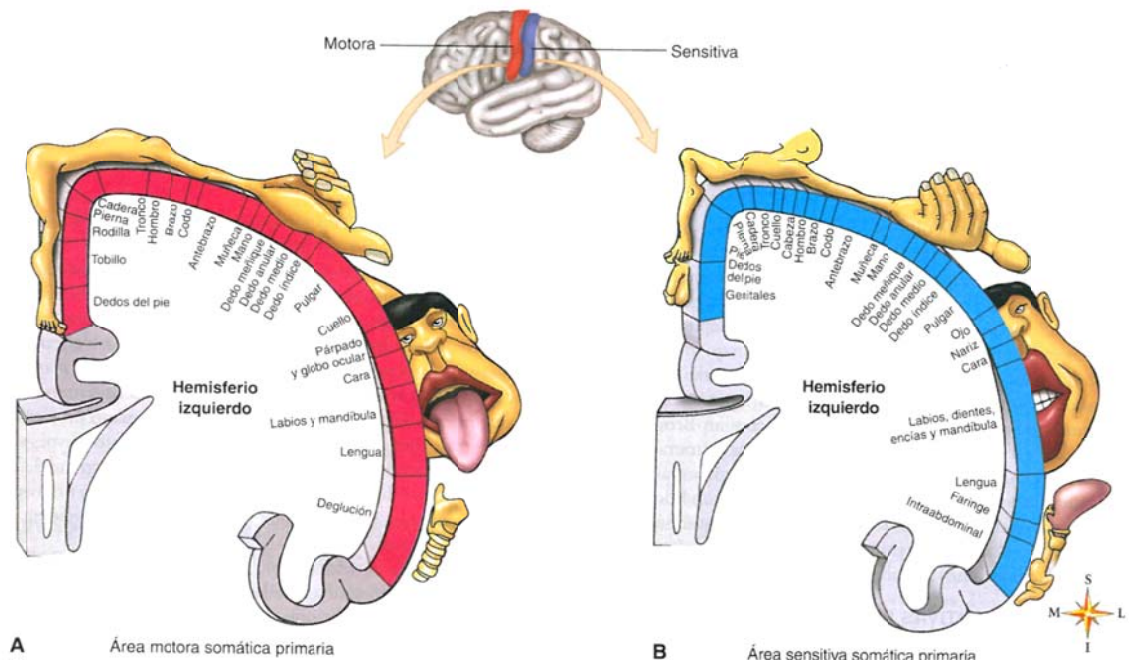
**Font:** Penfield i Boldrey, 1937 (17)

Més endavant, al 1950, Penfield i Rasmussen van obtenir l'homuncle motor i l'homuncle sensitiu. Aquests milloren el primer homuncle i passen a ser considerats com el primer mapa de la representació cortical de l'home, el qual va ser obtingut a través de l'ús



d'elèctrodes de diàmetre ampli per l'estimulació cortical directa a persones conscients durant intervencions quirúrgiques (Figura 2) (14,17).

Pel què fa a l'homuncle motor, consisteix en la figura d'un home invertit (de baix a dalt) i que es situa a la part posterior del lòbul frontal a on hi existeixen dues tipologies de representació del moviment del cos. La primera es localitza a la convexitat lateral dels hemisferis, concretament a l'àrea motora primària o àrea 4 i també part de l'àrea 6, i consisteix en una representació àmplia i detallada de les diferents parts del cos amb funcions motores més complexes (laringe, faringe, llengua, cara i mà); la segona és més petita i menys precisa i fa referència als moviments de les zones més proximals i axials (avantbraç, braç, tronc i cuixa) i, a la cara medial de l'hemisferi, la cama i el peu (3,14,18).



**Figura 2.** Homuncle motor i sensitiu.

- A) Còrtex motor a l'hemisferi cerebral esquerre
- B) Còrtex somatosensorial a l'hemisferi cerebral esquerre

**Font:** Patton KT i Thibodeau GA., 2013 (3)

Aquests mapes es caracteritzen per una organització única de cada part del cos i somatotòpica, és a dir, les diferents parts del cos hi estan representades seguint l'ordre anatòmic (18).

En aquesta organització, les zones motores representen el punt d'arribada de les informacions sensorials elaborades per les àrees associatives posteriors, responsables d'agrupar les informacions provinents de cada una de les zones sensorials. Un cop rebuda

aquesta informació a nivell frontal, i en funció de la intenció explícita d'actuar per part de l'individu, les zones motores executen el moviment oportú. Per tant, el moviment resultant, segons aquesta concepció, sorgeix d'un conjunt de processos cerebrals organitzats de forma serial, a on primer té lloc el fenomen sensitiu, posteriorment el cognitiu per finalitzar amb l'execució motora. S'ha afirmat durant molt de temps que els fenòmens sensorials, perceptius i motors estan localitzats en zones corticals concretes i clarament diferenciades (p.ej. el llenguatge verbal a l'àrea de Broca, i la funció motora, a l'àrea 4 de Brodmann) (14).

A la segona meitat del segle XX, amb la utilització de tècniques de neuroimatge més avançades, es va considerar que l'estudi de Penfield podia resultar ambigu. Malgrat la seva predominància, es va plantejar si a través dels moviments voluntaris per part de l'individu durant l'aplicació de ressonància magnètica funcional (RNMF) o estimulació magnètica es permetria obtenir el mateix homuncle de Penfield amb les seves dues característiques (organització única i somatotòpica) (17) o bé, s'evidenciaria una major complexitat de l'organització cortical del moviment amb variacions sobre aquestes dues característiques (14,17).

### **1.1.3.2. Sistema de les neurones mirall**

Entre aquests nous estudis sobre el sistema motor hi destaca la recerca sobre les neurones mirall (NM). En l'actualitat existeix una prolífica activitat investigadora al voltant d'elles ja que el seu descobriment ha esdevingut molt rellevant perquè aquest ha permès plantejar aspectes sobre l'organització motora, que van més enllà de la seva anatomia i fisiologia, a través de funcions cognitives com són l'empatia, la comprensió de les accions dels altres, la capacitat d'imitació motora, etc (14,19).

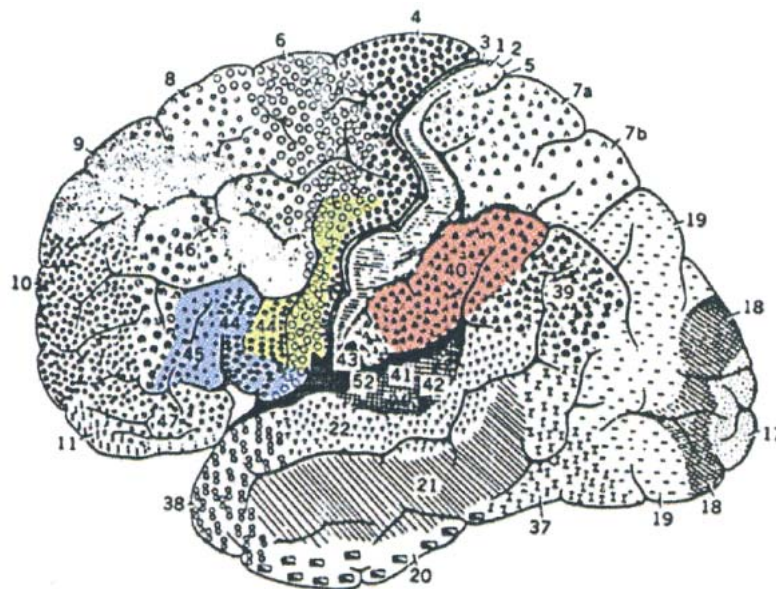
Les NM són bàsicament neurones piramidals que constitueixen un sistema de neurones visuomotors localitzades en una xarxa neural parietofrontal. Aquesta xarxa s'activa tant quan l'acció és realitzada per un mateix com quan aquella acció o una de similar és observada i percebuda sent efectuada per una altra persona (20–23).

Van ser descobertes a principis de la dècada dels 90 pel grup d'investigació de la Universitat de Parma, dirigit per Giacomo Rizzolatti (14). La seva descoberta va ser casual, mentre estaven registrant l'activitat neuronal de l'àrea F5 del mico, corresponent al còrtex premotor, a través de microelèctrodes (21). Els resultats obtinguts mostraven l'activitat d'aquestes neurones, sense que el mico realitzés cap moviment, durant l'observació d'un

dels investigadors realitzant un acte motor (agafar un aliment) i sempre i quan aquest tingués una finalitat (agafar un aliment per menjar-lo) (23,24). Aquesta mateixa activitat es va observar amb la realització de l'acte motor per part del mico. D'altra banda, si el mico realitzava un simple moviment d'una part aïllada del cos, sense cap intenció, no es produïa l'activació (23,24). Més endavant, van trobar la mateixa activitat al còrtex parietal inferior del mico (23,24) i en el sistema motor de l'home (14,20,25).

Les noves tecnologies d'anàlisi d'imatge com la RNMf han permès localitzar i identificar les dues xarxes principals en l'home que constitueixen sistemes amb propietats miralls (zones molt correlacionades amb les àrees del sistema de les neurones mirall (SNM) del mico). Aquests dos sistemes per l'execució i observació d'actes motors específics en l'home són (14,20,21,24,26):

- a. El **sistema mirall parietofrontal**: responsable del reconeixement d'actes motors voluntaris. Consta d' àmplies zones de l'escorça premotora i del lòbul parietal inferior i la part posterior de l'àrea de Broca (Figura 3).
- b. El **sistema mirall límbic**: responsable del reconeixement del comportament afectiu i emocional. Consta, bàsicament, de la regió de l'ínsula i de la circumvolució cingulada anterior.



**Figura 3.** Zones anatòmiques del sistema de les neurones mirall parietofrontals en l'home.

Font: Rizzolatti G, Sinigaglia C., 2006 (14)

#### 1.1.4. Factors del control motor

El moviment emergeix de la interacció de 3 factors (4): l'individual, la tasca i l'entorn.

- a. L'individu: Aquest factor resulta de la interacció de múltiples processos, els quals es relacionen amb l'acció, la percepció i la cognició.

El moviment s'inclou en el context de realització d'una determinada activitat o acció. Caminar, córrer, somriure, respirar,... són diferents accions les quals presenten uns processos de control que abracen diferents nivells de processament: des de la preparació i sortida de les eferències motores per part del SNC fins als sistemes motors efectors o músculs (4).

Alhora, la percepció és essencial per l'acció i viceversa. La percepció abraça des dels mecanismes sensorials perifèrics fins als processos corticals superiors (processos cognitius) que interpreten i donen significat a les informacions aferents (4).

Els processos cognitius (PC) com l'atenció, la motivació, la memòria, aspectes emocionals del CM,... permeten realitzar els moviments o accions amb una intencionalitat per aconseguir un objectiu (4,24).

- b. La tasca: La naturalesa de la tasca a realitzar determina, en part, el tipus de moviment requerit i per tant, influeix en la regulació dels mecanismes del CM. En l'àmbit clínic, les tasques proposades al pacient han de seguir una seqüència de menor a major dificultat (4,27).

- c. L'entorn: El moviment també està influït per les característiques de l'entorn en el qual té lloc. L'ésser humà pot realitzar un moviment de varies maneres, és a dir, no hi ha una única forma de moure's sinó infinites, tot i que, generalment, una tasca concreta es sol realitzar de forma molt similar en diferents ocasions o realitzada per diferents individus. El patró de moviment ha de ser suficientment flexible per permetre variacions en funció de les circumstàncies i de l'entorn en què té lloc. L'experiència que té una persona en la realització d'una tasca influeix en la forma com la realitza de manera que, com més experiència té, més capacitat presenta per adaptar-se i per realitzar-la d'una forma econòmica a nivell energètic (4,28).

La comprensió de la influència de les percepcions de cada individu, de la tasca a realitzar i de l'entorn en el qual es realitza la tasca i el comportament motor permetrà entendre què succeeix en els pacients amb problemes amb aquest CM i poder millorar la pràctica clínica (4).

### 1.1.5. Fases del control motor

El control dels moviments voluntaris, inclosa la postura, segueix les 2 següents fases (11):

- Fase de disseny i planificació de l'acció
- Fase d'execució de l'acció

NOTA: En la següent explicació es referencien en **negreta** els conceptes recollits a la següent figura (Figura 4).

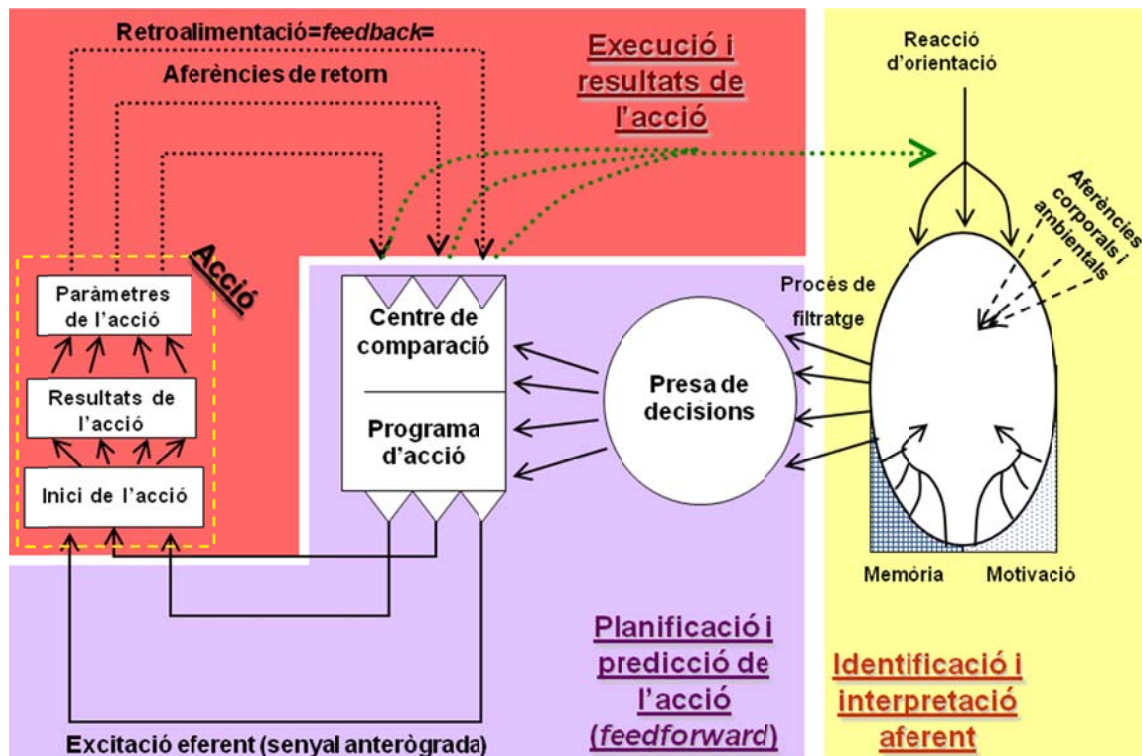


Figura 4. Fases del control motor.

Font: Modificació de: Anokin PK et al., 1973 (29)

#### Fase de disseny i planificació de l'acció:

Es produeix la **identificació i interpretació de l'estímul sensorial** en funció de les informacions rebudes a nivell del SNC. Qualsevol activitat (p. ex. baixar escales) genera informacions, tant de l'ambient com del propi cos, les quals poden provenir de diferents fonts (visual, auditiva, propioceptiva, tàctil, etc...) (**aferències de la reacció d'orientació, ambientals i corporals**) així com de les informacions recuperades de l'experiència prèvia i emmagatzemades a la memòria a llarg termini (MLT) (**aferència de la memòria**) (5,11). A través del sistema visual, els estímuls procedents dels objectes i de l'entorn constitueixen la primera fase del processament d'informació, esdevenint molt importants per l'execució

de l'acció motora. El sistema visual permet relacionar els 3 elements de l'acció: individu, tasca i context / entorn (6,30).

La intenció o motivació d'actuar també contribueix a aquesta aportació aferent (**aferències motivacionals**) (31).

No tot aquest conjunt d'informacions és processat conscientment. Les informacions són sotmeses a un **procés de filtratge**, el qual únicament deixa arribar a la consciència aquelles informacions rellevants per dur a terme l'activitat, descartant-ne d'altres. La correcta direcció de l'atenció vers a la informació apropiada i l'experiència prèvia esdevenen molt importants per realitzar aquest filtratge. Aquest procés es produeix de forma automàtica i únicament la persona el percep en cas que existeixi un problema (el SNC rep alguna informació que no reconeix o que no espera, com quan l'individu creu que hi ha un esgraó i, en canvi, colpeja el peu bruscament amb el terra perquè no n'hi ha cap més) (11).

Un cop han estat reconegudes totes les aferències, el SNC decideix i selecciona la resposta (**presa de decisions**) més adequada per aquella determinada tasca. Basant-se amb les experiències prèvies, iguals o similars a l'actual, el cervell genera un pla de moviment (**programa d'acció**), el qual, normalment, es realitza de forma inconscient (11).

Per la preparació de l'acte motor (**programa d'acció**) es dona una senyal, anomenada anterògrada (**excitació eferent**), per tal de coordinar la resposta seleccionada amb l'activació dels músculs adequats que efectuaran el moviment (es determinen paràmetres com la força, la direcció i el moment precís del reclutament). La senyal anterògrada utilitza les informacions del cos i de l'ambient i té lloc sempre prèviament a l'execució dels moviments (11,31). Alhora, existeixen programes motors que són innats, com per exemple, els que permeten activar les diferents combinacions establertes de músculs de la cara per les 7 expressions facials identificades. D'altres, de menor complexitat que els controlats pel processament cortical, són responsables del control dels ulls, cap i cos per orientar-se a l'objecte o al punt d'interès i aportar les informacions visuals comentades prèviament (**reacció d'orientació**) (32).

Es produeix una còpia de les eferències motores per tal de preveure o anticipar les conseqüències sensorials de l'acció (**predicció o feedforward**) abans que tinguin lloc les informacions sensorials resultants d'aquesta (31,33,34). Aquesta predicció permetrà

comparar allò anticipat amb allò que realment s'ha produït (**retroalimentació o *feedback***) (11,33).

### **Fase d'execució i resultats de l'acció:**

Un cop s'inicia l'**acció** es genera la informació de retroalimentació respecte al mateix moviment. Aquesta retroalimentació (allò que succeeix realment) es compara amb la còpia eferent (la predicció) (**centre de comparació**) (11). És important destacar que la retroalimentació és constant durant l'acció, cosa que permet a l'individu ser conscient, en tot moment, de com realitza el moviment sense haver d'esperar a que finalitzi la tasca (**resultats de l'acció**) (11,31). D'aquesta manera, l'individu pot saber si el gest o l'acció que està duent a terme pot donar un resultat adequat (no hi ha discrepàncies en la comparació) o bé, necessitaria modificar-lo (hi ha discrepàncies) sense la necessitat d'esperar al resultat real. La modificació és possible gràcies a la comparació de la percepció de les sensacions reals amb les que s'han experimentat en altres ocasions (5,11).

Les discrepàncies resultants de la comparació poden ser emprades com a senyal d'error i d'avís que permet cancel·lar les aferències de retorn o *feedback* (efectes reals sensorials de l'acció) i afavorir el refinament dels moviments ja que la informació de retroalimentació influeix en la successiva predicció (actualització del *feedforward* o anticipació) donant lloc a un procés d'aprenentatge motor (els patrons de moviment modificats queden emmagatzemats a la memòria a nivell cortical) (6,11,13,33).

S'ha demostrat que les informacions aferents visuals (sistema sensorial visual), tàctils i, sobretot, la propioceptiva (sistema somatosensorial) són molt importants per tal que la persona sigui capaç de reconèixer les característiques de l'objecte (la textura, el pes...), la posició i moviment del cos (tant actiu com passiu) en l'espai així com les seves alteracions (30,34). També permeten mantenir de forma constant els nivells de força muscular o d'amplitud del moviment participant en la precisió del moviment i en el control postural (6,30). Així doncs, en el procés de comparació aquestes informacions hi tenen un paper destacat (6,34).

La informació de retroalimentació sensitiva és fonamental per l'execució correcta de l'acció (6).

### 1.1.6. Estructures neurals del control motor

Seguint les mateixes fases descrites pel control del moviment voluntari, a continuació es subratllen les principals estructures neurals que hi prenen part:

#### **Fase de disseny i planificació de l'acció:**

Les àrees corticals sensorials primàries reben la informació aferent corresponent (a nivell occipital, la visual; l'escorça somatosensorial primària rep la informació relativa al moviment, al tacte, a la pressió, etc...). Aquesta informació prové dels nivells més perifèrics (receptors muscular, articulars, vestibulars...) i continua per les vies ascendents travessant diferents nivells d'integració, cada cop més complexes (medul·la, tàlem...). Alhora, el còrtex somatosensorial projecta connexions descendents cap al tàlem i a la medul·la espinal per tal de regular la informació que hi ascendeix. Les àrees associatives (parietals, temporals i occipitals) permeten la identificació i integració de tota aquesta informació sensitiva, iniciant el pas de la percepció a l'acció (3,5,10,11). El sistema de la visió conté dues vies en paral·lel: la via dorsal (acaba a la regió parietal posterior) i la via ventral (acaba al còrtex temporal inferior). Partint de la informació que prové de l'occipital, aquestes zones integren les informacions somatosensorials i visuals, part essencial per tota acció. La via dorsal dona informació relacionada amb l'orientació i posició dels objectes i participa en la transformació sensomotora per les accions guiades amb la vista, mentre que la via ventral permet el reconeixement de les característiques de l'objecte, independentment del lloc a on està situat (35–37). Aquest procés necessita d'atenció i s'activen zones corticals responsables de l'atenció (àrea parietal posterior i còrtex prefrontal), de la intenció i de la MLT per la recuperació de les experiències prèvies (escorça frontal...) (3,5,11). El col·licle superior del mesencèfal també participa en la resposta d'orientació dels ulls i cap (10).

La presa de decisions és donada pel còrtex prefrontal, zona que es relaciona amb regions com l'amígdala i el sistema límbic, cosa que evidencia la importància de les emocions en els processos de presa de decisions (10,38). Al còrtex prefrontal es selecciona l'estratègia més adequada i es decideix el moment d'inici del moviment en funció de les informacions sobre la situació actual i les experiències prèvies (39).

S'ha vist la participació del còrtex parietal i, sobretot, del cerebel com a substrats neurals responsables de l'anticipació (mecanismes de *feedforward*). El rol que desenvolupa el cerebel en la planificació, preparació i predicció de les activitats motores voluntàries són



part del procés d'aprenentatge motor (5,11,33). Alhora, les anomenades funcions no motores del cerebel inclouen la seva activació en la generació d'imatges del moviment, capacitat cognitiva d'alt processament necessària per l'aprenentatge, sobretot, en les seves fases inicials (5,40).

Les zones premotors i els ganglis basals, projectant-se cap a l'escorça motora primària a través del tàlem, aporten informació interna per fer possible la realització dels moviments de forma suau i correcta (5,10,11) així com la selecció o la inhibició d'aquells moviments inadequats en un determinat moment (11,32). En concret, el còrtex motor suplementari (zona premotora) està implicat en la planificació i programació del moviment, així com també en l'aprenentatge motor (5,10).

La integració de les informacions sensibles amb l'activitat motora té lloc a través dels circuits parietofrontals conformant un sistema funcional (11,14,41). En aquest sistema hi tenen un paper molt important les neurones mirall, localitzades en el còrtex premotor i en el còrtex parietal inferior, donant lloc a una organització del moviment en paral·lel i simultània, on funcions considerades típicament cognitives (l'empatia, l'observació, l'anticipació o la imitació de l'acció) passen a formar part del mateix sistema motor (14). D'aquesta manera, les àrees motores es relacionen de forma bidireccional amb les diferents àrees sensorials (permetent la retroalimentació o *feedback* sensorial constant) i amb aquelles implicades amb l'emoció, la motivació i els processos atencionals (10).

### **Fase d'execució i resultats de l'acció:**

El cerebel, mitjançant els circuits de retroalimentació procedents de la perifèria i del cervell, representa el centre comparador del programa d'acció amb la senyal real, podent modificar-la en cas de discrepàncies (5,10,33). És a dir, compara la informació provinent d'una còpia eferent de la resposta del còrtex motor cap a la medulla amb la informació sensorial provinent de l'execució real del moviment. Un cop processada aquesta informació, relacionant-se amb l'escorça i amb els diferents nuclis del tronc encefàlic, pot corregir i modular el moviment així com controlar el to muscular, la postura i l'equilibri (5,10,11,33). Així doncs, les tres estructures considerades responsables de la coordinació del moviment són: el cerebel, els ganglis basals i el còrtex motor. Els ganglis basals actuen més en aquells moviments que han estat generats internament, mentre que el cerebel actua sobretot, en aquells moviments que parteixen d'informacions més externes, com aquells guiats per la visió (5).

Des de l'escorça motora s'envien projeccions eferents vers al cerebel, al tronc encefàlic (regulació del to muscular i funció de manteniment del control postural bàsic) i a la medul·la espinal, a través del tracte corticoespinal, des de la qual es produeix la contracció dels grups musculars amb la integració de l'activitat reflexa, observant-se l'acció resultant per obtenir-ne els seus paràmetres i generar, de nou, tota una sèrie d'informacions a identificar i interpretar (3,5,11). Les respostes motores ràpides i estereotipades, els programes motors bàsics o els ajustament posturals depenen dels circuits reflexes de la medul·la espinal o del tronc de l'encèfal (10).

Els nuclis vestibulars del tronc encefàlic amb les seves connexions directes amb l'aparell vestibular (oïde intern), amb el cerebel i amb l'escorça cerebral, participen també en el manteniment de l'equilibri i de la postura, imprescindibles per poder realitzar els moviments voluntaris (5,11).

#### **1.1.7. Alteracions en el control motor**

Considerant que el moviment resulta d'una organització complexa entre múltiples processos, esdevé important tenir presents les repercussions que podrien donar-se en el cas d'alteracions en qualsevol de les estructures i sistemes que en prenen part (30).

La complexitat del model d'organització simultània i en paral·lel del sistema motor (Apartat 1.1.3) explica que l'afectació de qualsevol de les estructures implicades rarament comporta la pèrdua de l'únic element capaç de realitzar una tasca, ja que la representació d'aquest element a nivell cortical no és única i es presenta en combinació amb d'altres parts del cos i moviments, de manera que un determinat grup de neurones pot participar en la realització de més d'una tasca (42,43). Alhora, una tasca pot alterar-se com a conseqüència d'una lesió a una o més regions, cadascuna de les quals representa un component de la xarxa integrada per realitzar-la de forma correcta (43,44).

Tot i així, en el present apartat es detallen aquelles manifestacions més freqüents produïdes en les principals estructures neurals que participen en les fases del control motor:

Les informacions sensorials d'entrada proporcionades per la visió sobre la posició o moviment dels objectes així com del propi cos; pel sistema vestibular sobre la posició cefàlica o els seus canvis; o bé, les informacions somatosensorials de tacte, cinestèsia, entre d'altres, permeten organitzar per, posteriorment, realitzar la tasca i aconseguir el seu objectiu. La integració multisensorial (visual, auditiva, tàctil...) és la que permet corregir i

mantenir l'acte motor (p.ex. mantenir la coordinació entre el cap i els ulls i la coordinació ulls-cap) així com reconèixer els objectes i adaptar-se als canvis constants de l'entorn (6,10). Aquesta integració és bàsica per l'aprenentatge motor. Les alteracions en l'entrada aferent i/o en el seu processament central, com succeeix en el cas de l'ictus i en moltes d'altres patologies, dificulten la capacitat per donar una resposta motora intencionada (p.ex. dona una reducció del grau de precisió i de coordinació del moviment que porta a alteracions en la manipulació dels objectes o de l'equilibri) (6,30). La capacitat per rebre informacions tàctils és bàsica durant l'exploració dels objectes. Tot i així, aquesta habitualment no es dona en la totalitat de l'objecte ja que el contacte té lloc només amb certes parts d'aquest. També, els pacients amb la patologia de Parkinson poden presentar un dèficit en la retroalimentació aferent perifèrica. En aquest cas, s'observa com inicien el moviment i l'executen mostrant una gran dependència de les informacions sensibles externes, com les auditives i visuals, per contrarestar les alteracions més internes propioceptives, sobretot les relacionades amb la distància o amplitud del moviment (6,44).

Les alteracions perceptives i cognitives representen un altre factor que influeix en la capacitat per controlar el moviment. Dèficits en la percepció, per lesions del lòbul parietal, que afecten a l'esquema corporal com són l'asomatognòsia (falta de consciència de la part del cos i de la relació d'aquesta amb la resta del seu cos i entorn) o el *neglect* (heminègligència o heminatenció de diferents modalitats sensorials) o bé, l'apràxia (alteració en l'execució de moviments apresos amb els sistemes aferents i eferents intactes així com amb absència de problemes atencionals o de motivació) influeixen en la interacció entre els 3 factors del CM (individu o propi cos, tasca i entorn) (30,44,45). A part, les afectacions dels diferents processos cognitius que entren en joc durant el moviment com són l'atenció, la presa de decisions, la memòria, l'anticipació, entre d'altres, redueixen la capacitat per controlar i aprendre el moviment (38,44). (Apartat 1.2.5)

Les principals manifestacions motores per lesions al còrtex motor són la debilitat muscular total o parcial (plegia o parèsia) i la presència d'espasticitat. El to muscular no sempre evoluciona cap a l'espasticitat però sí en la majoria de casos (30,44). L'espasticitat és un concepte que ha estat difícilment definit. La seva definició més coneguda és la de Lance en la que es caracteritza per l'excés de resistència a l'estirament passiu dependent de la velocitat. En d'altres, però s'hi contempen d'altres fenòmens relacionats com les sinèrgies anormals o la hiperreflèxia (44,46). Les sinèrgies anormals, causades també per una

reducció o pèrdua del control corticoespinal descendent que impedeix inhibir l'expansió de l'activitat motora, es presenten com a patrons estereotipats de moviment que impliquen una falta de fragmentació de les articulacions i la participació de músculs innecessaris, fet que dificulta adequar-se a la funcionalitat de la tasca (47,48).

Per altra banda, respecte a les alteracions del to muscular associades a patologies subcorticals (cerebel·loses o dels ganglis basals) en destaquen la hipotonia en les patologies cerebel·loses o la rigidesa típica del pacient amb Parkinson, definida com l'augment del to independentment de la velocitat de l'estirament. L'atàxia o els problemes de coordinació (en relació als paràmetres de seqüència, temps i grau d'activació) que es manifesten a través de moviments bruscs, de rang articular (distància) o direcció alterades o bé, el tremolor intencional (moviment involuntari rítmic que s'incrementa a la part final) són característics d'afectació del cerebel (10,30,44). A més, considerant la funció cognitiva del cerebel en l'aprenentatge motor a través de la correcció dels errors, en la planificació (*feedforward*) i en la comparació entre aquest i el *feedback* (centre de comparació) (33), la patologia cerebel·losa genera dificultats en aquestes funcions, dificulta l'adaptació motora i provoca la dismetria i el tremolor intencionat (10,44).

L'afectació dels ganglis basals pot donar desordres anomenats hipokinètics, com en el cas del Parkinson, amb presència de moviments lents, de rang articular reduït i amb tremolor de repòs; o bé, desordres hiperkinètics, de diferent caire com els moviments atetòsics, la corea, el bal·lisme, entre d'altres, caracteritzats per ser involuntaris i d'amplitud exagerada (10,44).

## 1.2. APRENTATGE MOTOR

### 1.2.1. Definició d'aprenentatge motor

Al llarg de la vida, l'ésser humà està en contacte amb multitud d'informacions de diferents modalitats sensorials ja que l'entorn i els objectes amb els quals interactua presenten característiques diverses i, per tant, el context dels moviments canvia. Així doncs, la integració d'aquests canvis i de les informacions entre sí permet enriquir l'adquisició d'habilitats perceptual-motors (13,49).

Els mecanismes principals que permeten adquirir nova informació o coneixement, conegut com a procés d'aprenentatge, van estretament relacionats amb aquells que permeten modificar la nostra conducta i comportament a través de les experiències. La memòria es el procés que permet codificar, emmagatzemar i, posteriorment, recuperar allò après (39,50).

L'aprenentatge motor s'entén com la forma en què l'home aprèn els moviments i els converteix, a través de la pràctica o experiència, en patrons coordinats i adequats per poder realitzar les diferents funcions (28,51,52).

De la mateixa manera que el CM, l'aprenentatge motor no es limita a processos motors o executors sinó que inclou estratègies sensitives i cognitives així com també emergeix de la interacció entre els mateixos factors: individu, tasca i entorn (52).

### 1.2.2. Tipologies d'aprenentatge motor

L'aprenentatge motor implica la participació de dos sistemes d'aprenentatge:

- a. **Aprenentatge implícit:** és dut a terme de forma inconscient (malgrat que en alguna tipologia pot requerir dels processos conscients) i fa referència a la millora de les accions o comportaments que impliquen poca demanda d'atenció (28,51,52). Alhora s'anomena "no declaratiu" perquè és difícil d'expressar verbalment, tot i que sí a través d'accions. És un aprenentatge gradual que es perfecciona amb la pràctica. Inclou des dels aprenentatges més bàsics com els no associatius (habitució i sensibilització: disminució o increment de la resposta davant la presentació repetida d'un estímul) i l'aprenentatge perceptiu o *priming* (es construeixen marques mnèsiques o rèpliques inconscients dels estímuls processats) a aprenentatges més complexes com l'associatiu per condicionament (clàssic o instrumental) (39,52). Aquest es dona per l'activació del cerebel, nuclis profunds cerebel·losos, l'amígdala, entre d'altres (52). Un altre tipus d'aprenentatge implícit

és el procedimental, d'alt component motor i fonamental per les habilitats diàries, com anar amb bicicleta o conduir un cotxe (28,51,52). Aquests comportaments s'adquireixen a través de l'execució repetida i de la retroalimentació que se'n genera i que permet el seu perfeccionament. La pràctica pot acompanyar-se amb instruccions adequades o amb l'observació i/o imitació d'un model, de manera que en les fases inicials, l'aprenentatge requereix l'activació de les àrees corticals, esdevenint un aprenentatge amb component explícit o conscient. Aquest aprenentatge és lent i gradual i a mesura que s'adquireix significa que s'automatitza el procés, essent l'individu capaç de transferir la realització de la tasca en diferents contextos. L'automatització implica una disminució de les activacions corticals (p.ex. àrees prefrontals) i un augment de la participació subcortical (p.ex. cerebel i ganglis basals) (39,52).

- b. **Aprenentatge explícit:** a través de l'activació dels processos cognitius s'obtenen coneixements declaratius, és a dir, conscients i que poden ser fàcilment expressats amb el llenguatge. De forma general, es parla d'aprenentatge explícit episòdic (adquisició d'informació personal lligada a un moment, un lloc o experiència viscuda) o semàntic (adquisició d'informació general, són coneixements teòrics independents del context) (28,51,52).

En relació al moviment, s'aprenen els components de l'acció motora, els quals són recordats o reconeguts de forma conscient, implicant l'atenció, la reflexió,... La repetició constant permet transformar aquestes accions apreses de forma declarativa en coneixements no declaratius procedimentals, esdevenint moviments automatitzats, sense necessitat de posar-hi atenció conscientment (39,52).

L'aprenentatge explícit permet practicar la tasca correctament o de la mateixa manera en què s'acomplia prèviament, com en el cas d'una lesió, a través de la pràctica mental (39,52).

El lòbul temporal medial (còrtex entorrinal, perirrinal, parahipocampal i l'hipocamp) i les àrees corticals associatives són les principals estructures neurals que sustenten aquest tipus d'aprenentatge (39,52).

### 1.2.3. Aprenentatge motor i rol de les neurones mirall

S'ha demostrat que l'observació dels actes aliens implica, en l'observador, l'activació de les zones motores dedicades a l'organització i execució d'aquests mateixos actes observats. Aquesta activació permet donar significat a les accions observades i entendre-les en aquell

context ja que permet correlacionar allò observat amb l'experiència prèvia de cada individu (14,53). El SNM permet inferir les intencions, expectatives o motivacions que puguin explicar els actes realitzats per altres sense raonaments ni reflexions sinó únicament basant-se en les pròpies competències motores (14,20,21). Això és possible perquè la representació motora de l'objectiu de l'acció observada és comuna entre l'observador i qui la realitza, de manera que permet comprendre l'acció observada des de dins, en primera persona, i no des de fora com a simple experiència visual. Representa, doncs, un mecanisme que unifica la percepció i l'execució de l'acció (2,54).

L'activació de les NM de l'home pot tenir lloc sigui en l'observació d'un acte motor (moviment amb una finalitat i intenció), realitzat per una tercera persona, amb presència o absència d'objecte (en el mico únicament responen quan hi ha l'objecte), sigui davant l'observació de moviments individuals, no finalitzats, i sense interacció efectiva amb l'objecte (en aquest cas, en el mico no responen) (2,14,20).

D'aquí que aquestes neurones siguin considerades responsables de formes d'aprenentatge motor, de la capacitat d'imitació i de comunicació gestual, fins i tot verbal, així com de la capacitat d'empatia amb els altres (14,20–22,24).

El SNM dóna significat a l'acte motor observat (p.ex. agafar alguna cosa amb un determinada presa) i també a tota l'acció de la qual forma part l'acte motor, és a dir, la xarxa mirall codifica la intenció amb la qual aquest acte es fa (p.ex. portar aquesta cosa a la boca per beure) ja que a aquest sistema se li imputa que anticipa els possibles actes successius a l'observat i la seqüència temporal de cada un dels moviments observats que el componen (20,21,53). Un cop s'inicia qualsevol acció, s'activa el corresponent programa motor. L'observador disposa d'una còpia eferent d'aquest programa motor la qual permet anticipar les conseqüències sensorials de l'acció i, per tant, comprendre la intenció motora de qui la realitza des del primer acte motor (2) (Apartat 1.1.5). El SNM participa amb l'activació de diferents regions cerebrals com a responsables de la memòria de treball i de la preparació motora (20).

Tal i com succeeix en les accions motores, aquestes neurones també permeten captar les emocions dels demés. Les emocions, davant la multitud d'informacions sensorials, ens permeten donar respostes automàtiques i adequades a situacions en què hàgim de fer prevaldre la supervivència i el nostre benestar. Esdevé molt important la capacitat d'empatia per percebre i comprendre les emocions dels altres (p.ex. el dolor, l'alegria, la

por,...) per tal de poder establir interaccions amb el nostre entorn i amb els nostres propis comportaments emotius (14,20).

Es considera el SNM com una forma per accedir al sistema motor. Existeixen suficients evidències sobre la seva plasticitat i capacitat de modificació davant les experiències motores permetent obrir un camp de possibilitats en l'àmbit terapèutic (26,55) per l'aprenentatge motor o recuperació de la funció a través d'estratègies que impliquen l'activació del SNM com són l'observació, la imitació de l'acció i la imatge motora (IM) (20).

#### **1.2.4. Aprenentatge motor i processos cognitius**

Alexander Romanovich Luria (1902-1977), considerat el pare de la Neuropsicologia moderna, subratllava la importància dels sistemes responsables dels processos més complexos del comportament humà. Aquests processos, d'origen social i complexos, no estan localitzats en centres concrets del cervell, i no impliquen únicament la recepció, elaboració i emmagatzematge de la informació sinó també l'organització de l'activitat conscient. Aquesta activitat inclou la formació de les intencions, la programació i control de les accions, la regulació del seu comportament per tal de fer-lo coincidir amb el programa, la correcció dels errors, etc... Són els anomenats processos cognitius (56).

Processos cognitius tals com l'atenció, la memòria, les funcions executives i la imatge motora, entre d'altres es relacionen estretament amb l'aprenentatge i intervenen en el funcionament del sistema motor (50). Així doncs, l'aprenentatge d'una tasca o acció motora depèn de la cognició (28):

L'atenció consisteix en la capacitat de selecció dels estímuls de l'entorn (aquells rellevants per poder portar a terme una acció) i dels plans dirigits a aconseguir els objectius de l'acció. És un procés complex amb el qual l'individu pot dirigir l'orientació, el processament de la informació, la presa de decisions i el seu comportament (50,57).

A nivell funcional i pràctic, és difícil poder deslligar l'atenció de la resta dels PC amb els quals interactua ja que tant la memòria com les funcions executives són PC que s'associen estretament als processos atencionals. També resulta difícil poder establir límits entre els diferents tipus de mecanismes atencionals (mantinguda, focal, dividida, alternant...) tot i que aquests es poden definir de la següent manera (57):

- Atenció mantinguda: es refereix a la durada en el temps de la capacitat d'atenció.



- Atenció selectiva: relativa a la capacitat per dirigir l'atenció cap a les informacions o elements del cos o de l'espai importants.
- Atenció dividida: és aquella que permet estar atent a dos o més elements simultàniament.

Així doncs, l'atenció permet seleccionar i filtrar les informacions rellevants, participant en el processament de la informació, en la presa de decisions i en la selecció del programa motor (11,57).

Els estímuls sensitius influeixen en el rendiment motor i en les informacions de retroalimentació o *feedback*; un cop establert el programa motor, la memòria és la responsable per permetre'n la seva repetició i aconseguir un patró refinat de moviment (11,52).

La memòria (capacitat neurocognitiva de codificar, emmagatzemar i recuperar informació sobre un mateix i sobre l'entorn) esdevé molt important en el mecanisme de control del procés d'aprenentatge ja que les informacions aferents provinents de diferents fonts (tàctil, visuals, propioceptives,...) més rellevants són emmagatzemades en la memòria a curt termini (MCT). Per aconseguir que un moviment es mantingui en la MCT cal que es repeteixi varies vegades de forma constant per tal de no perdre aquesta informació per d'altra que arriba posteriorment. Per poder retenir-la es solen realitzar associacions de les informacions i així, quan recordar-la ja no suposa cap esforç (perquè s'ha pogut mantenir correctament a la MCT), significa que s'ha emmagatzemat a la MLT (28,39).

L'optimització de tots aquests processos és possible gràcies a les funcions executives (58). Aquestes abracen una sèrie d'activitats cognitives com són l'anticipació de les conseqüències, la selecció dels objectius, la planificació i selecció del comportament, el control i l'ús de *feedback*. Implica la direcció de l'atenció, el reconeixement de les prioritats, la formulació de la intenció, entre d'altres, per preparar una resposta davant d'una situació nova a resoldre (50,59). Tots ells són mecanismes imprescindibles pel CM (50).

L'observació de l'acció, mitjançant la formació de memòria del moviment i d'una representació interna de l'acció, sembla activar el sistema motor d'una forma molt similar a l'execució de la mateixa. S'ha observat un solapament directe de l'activitat neural a les regions cerebrals, sigui durant l'observació com en l'execució de l'acció, suggerint

l'existència d'un substrat neural comú al qual poder tenir-hi accés per la seva reorganització neural i recuperació de la funció motora quan aquesta està alterada. L'aprenentatge motor té lloc sense que hi hagi d'haver execució motora (20,60). La persona prediu i interpreta el comportament observat dels demés perquè és capaç d'imaginar-se a si mateix en la mateixa situació a través de l'activació del SNM (61).

La IM consisteix en l'execució, a nivell mental, d'un moviment sense realitzar-lo físicament, sense l'activació muscular (20,62). Aquesta és una funció cognitiva considerada com un estat dinàmic durant el qual es reactiven internament les representacions d'una determinada acció motora en la MCT sense que realment s'executi l'acció, constituint un element anticipador del CM (63,64). Per tant, implica la possibilitat de poder millorar l'actuació motora mitjançant l'activació del substrat neural, sobretot aquell relatiu als aspectes de preparació i planificació motora, necessari per l'execució del moviment (20,63,64).

La imitació és la còpia dels moviments del cos observats (Figura 5) (21). La imitació és una funció cognitiva complexa que inclou l'observació, la imatge i l'execució de l'acció (65). La xarxa neural que participa en la imitació és molt àmplia i distribuïda. La repetició de l'acte implica una traducció motora immediata d'aquell moviment o acció prèviament observada en un programa motor, ja que circuits neurals activats per la imitació coincideixen amb aquells de l'observació de l'acció, també en el cas de moviments complexos però sense significat (65,66). El SNM participa en la imitació d'actes o moviments que pertanyen a les competències motores de l'observador (en el nostre cas, l'espècie humana) (14).



**Figura 5. Nen petit imitant el comportament de dos adults.**

**Font:** Timothy Gierschick (<http://gierschickwork.blogspot.com>)

Es produeix la transformació de les representacions del còrtex visual, donades per l'observació, a representacions cinestèsiques al SNM parietal i, finalment, arribar al SNM premotor per obtenir les ordres motores per a la imitació. A la vegada, i seguint el model de control motor, es produeix la còpia de les eferències motores per poder anticipar les conseqüències sensorials de l'acció (*feedforward*) i es compara, de forma *on-line*, amb les informacions resultants de l'acció (11,20,54). De les diferències trobades en la comparació, l'home n'aprèn (20,22).

### **1.2.5. Alteracions en l'aprenentatge motor**

Segons Shumway-Cook i Woollacott (52), el camp de l'aprenentatge motor del subjecte passa a ser el de la **recuperació de la funció** de l'individu amb patologia. Aquests s'han de considerar conceptes anàlegs ja que el pacient, enlloc d'adquirir, ha de readquirir el moviment realitzant-lo en relació a determinades tasques i entorns i amb les limitacions individuals provocades per la situació patològica. D'altra banda, sí que cal diferenciar el comportament motor observable en una sessió amb l'aprenentatge ja que aquest ha de resultar en canvis relativament permanents.

En aquest treball es parlarà indistintament dels dos conceptes citats podent ser intercanviables.

La capacitat per aprendre es pot veure limitada. En el cas d'un individu amb patologia (p.ex. ictus), els factors Individu, Tasca i Entorn propis del CM i de l'aprenentatge motor queden alterats. Cal considerar, doncs, la influència de factors intrínsecs de l'individu (edat, gènere, mida i temps de la lesió, estat de salut previ, entre d'altres) o de factors extrínsecs (aspectes prelesionals com l'exercici físic o un entorn enriquidor, considerats neuroprotectors o bé, postlesionals com l'ús de fàrmacs que promoguin o perjudiquin la recuperació) (52).

La capacitat d'aprenentatge implícit depèn d'una àmplia xarxa neural (zones pròpies de l'aprenentatge explícit com el lòbul temporal medial i el còrtex dorsolateral prefrontal així com d'altres com són el cerebel, els ganglis basals i el còrtex sensomotor) (28,39,52). Per aquesta raó, l'aprenentatge implícit no es perd completament en cas de patologia i d'aquí que, a nivell terapèutic, es proposi posar èmfasi en l'aprenentatge explícit i en els PC involucrats en ell (atenció, memòria, llenguatge...) (44,51,52). Cal ser coneixedor de les possibles alteracions dels PC que condicionarien la modalitat de la seva utilització però, d'altra banda, interessa utilitzar l'aprenentatge explícit perquè permet aportar una gran diversitat i una major quantitat de pràctica a través de l'evocació mental del moviment en condicions en què l'aspecte físic ho limitaria (52). S'utilitza, sobretot, per aprendre i readquirir els moviments més complexos, en què es necessita més destresa (39,52).

En l'actualitat, els grans avenços en neurociència han permès comprendre que ment i cervell són el mateix i que, per tant, tot procés mental és provocat per l'activitat cerebral i que tota activitat cerebral produeix processos mentals. Aquest fet ha portat a la neuropsicologia a formar part de l'estudi de qualsevol trastorn que afecti a la ment, tal i com succeeix en les patologies neurològiques com l'ictus (56).

Coneixent la relació entre l'activació cognitiva, el control i l'aprenentatge motor, les afectacions dels PC influiran en les capacitats de l'individu amb patologia:

En cas d'afectació de l'atenció, el seus requisits (precisió, rapidesa i continuïtat) es poden veure alterats de diferent manera, en funció de la lesió que presenti l'individu, cosa que repercuteix en tots els seus àmbits (personal, familiar, laboral i econòmic) (57). El lòbul frontal té un paper fonamental en el control voluntari de l'atenció. Quan aquest control es perd apareix l'atenció involuntària, guiada pels estímuls externs o autogenerats procedents del sistema límbic (emocions i records), els quals vencen a la intencionalitat de l'individu a

atendre una informació determinada (50). D'aquí la importància en el pacient de, primer, valorar i, després, intervenir per la recuperació dels seus dèficits (57).

En cas d'afectació de la memòria, s'observen dissociacions entre els diferents sistemes i subsistemes, els quals interactuen entre sí conformant la memòria, de manera que l'individu pot presentar alteracions en algunes tasques de memòria mentre és perfectament capaç de poder realitzar-ne d'altres (58). El lòbul frontal està implicat de forma més o menys directa en totes les capacitats derivades de qualsevol tipus de memòria (p.ex. l'evocació de la informació, la memorització,...). Les dificultats en la planificació i control influeixen en la capacitat mnèsica afectant a l'organització temporal dels fets recordats o a l'associació de la memòria del fet amb el context a on s'ha après. El còrtex prefrontal és el responsable de la memòria representacional, és a dir, manté actives *on-line* les representacions sensorials i mnèsiques de la realitat així com aquelles simbòliques (conceptes, plans,...) essent crucial per la MCT (50). Els dèficits de memòria per lesió frontal afecten a la codificació i recuperació de nova informació, i s'observa la dificultat per realitzar tasques que impliquin una seqüència, en un ordre determinat (39). D'altra banda, les afectacions del lòbul temporal medial i, en concret, de l'hipocamp, es manifesten amb trastorns amnèsics sobre els continguts mentals (50,58). L'hipocamp té un rol bàsic en l'adquisició de nova informació i permet transferir-la de la MCT a la MLT, i és a l'escorça cerebral (àrees d'associació) a on s'hi queda permanentment emmagatzemada (39). De la mateixa manera que l'atenció, la memòria no és un procés unitari i interactua amb altres PC com són l'atenció i les funcions executives (58). En el pacient amb lesió cerebral, tant la MCT com la MLT es poden veure afectades (44).

En cas d'afectació de les funcions executives es poden presentar alteracions en el funcionament executor. Les funcions executives representen el trastorn més significatiu per lesió a nivell frontal. Entre moltes manifestacions, s'observa la incapacitat o dificultat per iniciar i portar a terme patrons de conducta (inclou la selecció i presa de decisions, l'organització i planificació de la seqüència d'actes, l'anticipació,...) dirigits a un objectiu (50,59).

En cas d'afectació de l'observació de l'acció té lloc una limitació en la capacitat de l'observador per implicar-se en primera persona, com si fos ell mateix qui estigués realitzant l'acció observada (61). A més, l'afectació de l'observació de l'acció així com de la IM dona problemes en l'aprenentatge de patrons motors ja que ambdues no impliquen

l'activitat motora en el pacient però, en canvi, sí que generen experiència i flux d'informacions aferents similars als que es produïrien al realitzar el moviment (20,65).

En cas d'afectació de la imatge motora per lesions frontals i parietals, aquestes impliquen (64,67):

- a. Una disminució en la precisió de la imatge: es veuen afectats els continguts, la qualitat i la intensitat de la imatge;
- b. Un augment del temps per realitzar la representació.

Les afectacions cerebel·loses i els problemes en la MCT poden també reduir l'eficàcia en la IM (64). L'execució d'imatges motores amb presència d'aquestes dificultats s'anomena imatge motora caòtica. Els pacients amb afectació de zones que no es localitzin a les estructures nervioses més implicades en la imatge tindran menys dificultats per realitzar-la i obtenir-ne majors beneficis. De tota manera, aspectes com l'edat, la dominància hemisfèrica, l'hemisferi lesionat, l'extensió de la lesió o el temps transcorregut des d'aquesta podrien influir en l'habilitat d'imaginar (63,68).

En cas d'afectació de la imitació es produeix una limitació o incapacitat de la persona per repetir l'acte observat, cosa que implica una dificultat en la traducció motora immediata d'aquella acció prèviament observada en un programa motor, amb la conseqüent repercussió en l'aprenentatge motor (20,66).

#### **1.2.5.1.Factors per l'aprenentatge motor**

Per tal que una estratègia de tractament del CM sigui considerada completa, és imprescindible que aquesta tingui en compte els aspectes perceptius, cognitius i motors en relació a una acció (52,69). L'aprenentatge motor, de la mateixa manera que el CM, emergeix dels mateixos 3 processos (52).

A continuació es detallen aquells factors més importants que incideixen en la millora del moviment en un context de patologia. De tota manera, els mateixos factors són vàlids en l'aprenentatge motor d'una persona sana.

S'ha vist que la intensitat de la pràctica, la freqüència, la repetició, la presentació de tasques concretes i adaptades al pacient, les instruccions verbals, així com la participació activa (motivació, implicació) són factors que influeixen en l'aprenentatge motor (28,51,52).

La pràctica de tasques i de contextos específics formen part dels principis de l'aprenentatge motor, aspectes a tenir en compte en els exercicis terapèutics (70,71).

La quantitat de pràctica es considera el factor més important. Cal destacar que a l'inici de la pràctica d'una nova tasca, l'aprenentatge és molt superior que en el pas del temps. Tot i així, i en menor mesura, els canvis en el comportament motor poden produir-se per molts anys (52) (Apartat 1.5.5), cosa que significa que s'ha d'insistir en el treball del pacients considerats crònics (72). Un excés de precocitat i d'intensitat pot perjudicar la recuperació ja que promou la plasticitat de l'hemisferi contralateral i pot fer augmentar l'extensió de la lesió a nivell perilesional. S'aconsella un increment gradual de la pràctica en el tractament al llarg de les primeres 3-4 setmanes després de l'ictus (52,73).

És important no "repetir per repetir" sinó que es requereix un control dels paràmetres de l'acció (12). La pràctica no sempre ha de ser real, és a dir, amb execució motora sinó que en casos amb patologia en què la realització del moviment no és possible o molt deficitària, s'utilitza la pràctica mental del moviment, que inclou la imatge motora (20,52). Representa una estratègia per l'aprenentatge explícit que pot ser aplicada precoçment i de forma repetida. A més, aquesta combinada amb la pràctica de l'exercici, quan és possible, és considerada l'opció més efectiva i que genera més aprenentatge motor (52,68,74). (Apartat 1.6.2)

Ensenyar al pacient allò que es vol aconseguir (l'habilitat motora concreta) així com afegir noves activitats o augmentar la complexitat de la tasca i repetir la primera activitat per tal que recordi allò après són aspectes que també influeixen en l'aprenentatge motor (27,28,72). Si la segona tasca o exercici és similar a l'anterior es considera que part de l'aprenentatge mostra una transferència entre les dues activitats, fet que accelera el procés d'aprenentatge (28,52). Per tal que es produeixi la transferència, sigui entre dues tasques o entre dos contextos, es requereix que les demandes de processament neural entre les dues situacions siguin similars (52). La dificultat de la tasca va lligada amb les característiques del pacient (nivell de capacitat en relació a factors motors, sensitius i cognitius) i de l'ambient (condicions en les que es desenvolupa la tasca) (52).

El llenguatge del terapeuta permet guiar l'atenció del pacient als objectius i estratègies d'aprenentatge per realitzar el moviment (12). Explicar les raons i els objectius pels quals s'està treballant i es realitza l'exercici permet que el propi pacient el pugui estructurar i emmagatzemar en la MLT (28).

Un altre factor molt important per l'aprenentatge motor i que forma part del CM és la retroalimentació o *feedback*, definit com totes les informacions sensorials resultants de l'acció realitzada. N'hi ha de dos tipus en relació a l'aprenentatge motor: *Feedback* intrínsec (o inherent) que inclou informacions visuals, de les articulacions, del contacte amb l'objecte...; *Feedback* extrínsec (o augmentat) com la guia manual o verbal que el terapeuta pot donar al pacient durant l'exercici (*knowledge of performance*) o al final de l'exercici (*feedback* terminal o *knowledge of results*) representant informació proporcionada per una font externa suplementària a la provinent del cos de l'individu (12,51,52,75). El *feedback* extrínsec esdevé essencial quan l'intrínsec, com a conseqüència de la patologia, està disminuït o alterat. De tota manera, en pacients adults es recomana proporcionar una retroalimentació extrínseca reduïda, ja que això porta al pacient a estar més atent a la informació intrínseca que es vol recuperar i, per tant, implica un augment de la participació cognitiva (12,52).



## 1.3.L'ICTUS

### 1.3.1. Definició d'ictus

En les diferents etapes de la vida (infància, adolescència i edat adulta), el cor i els vasos sanguinis d'arreu del cos conserven la seva estructura i funció bàsica, permetent la supervivència de l'individu. Al llarg de l'edat adulta aquestes estructures es poden anar degenerant, essent menys capaces de realitzar la seva funció de bombejar i fer arribar la sang de forma contínua cap als diferents teixits (3).

L'ictus és una de les conseqüències més greus de la malaltia vascular cerebral (MVC). L'Organització Mundial de la Salut el defineix com una "síndrome clínica que es caracteritza pel desenvolupament ràpid de signes d'afectació neurològica focal (algunes vegades, global) que duren més de 24 hores o porten a la mort" (76,77).

L'ictus cerebral representa l'episodi agut de les MVC i es caracteritza per presentar sobretot, els següents símptomes neurològics: debilitat o adormiment d'un hemicor; dificultats en la visió en un o en ambdós ulls; alteració en el llenguatge (comprensió o producció); mal de cap més intens de l'habitual i/o vertigen associat (78).

Si els signes neurològics focals es recuperen ràpidament dins de les primeres 24 hores s'anomena Atac isquèmic transitori, el qual necessita d'atenció mèdica urgent per evitar que es converteixi en ictus (78).

Les MVC representen la tercera causa de mort en el món occidental i un greu problema de salut pública (76,79). S'estima una prevalença general de l'ictus entre el 2 i 10%, malgrat que es presenten variacions en funció dels diferents països i entorns, relacionant-se amb factors genètics, ambientals i de risc cardiovascular (80). A Catalunya, l'ictus és la primera causa de mort en les dones i la primera raó mèdica de discapacitat en la població adulta (77,79). Tot i així, existeix poca informació epidemiològica sobre l'ictus a Espanya i a Catalunya (80,81). Segons el Grupo de Trabajo de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con Ictus en Atención Primaria, la seva prevalença a Espanya oscil·la entre el 3,8% i el 11,8% en majors de 65 anys (82). Pel que fa a Catalunya, malgrat que no hi ha registres específics sobre la MVC, dades epidemiològiques existents permeten una aproximació que indica una prevalença total del 5%, amb 10.000 casos nous a l'any, independentment de l'edat i de si l'origen és isquèmic o hemorràgic (77,79). Destacar que els canvis demogràfics amb l'envelliment de la població derivaran en un augment de la

seva prevalença i incidència (79). Un estudi de cohort (81) (de desembre 2008 a novembre 2011) realitzat a la província de Tarragona, en persones de 60 anys o més, dona una incidència en la seva població de 453 casos per cada 100.000 persones / any (interval de confiança (IC) 95%= 408-504). La incidència augmenta clarament amb l'edat i és superior en homes (531 casos, IC 95%= 453-608) que en dones (392 casos, IC 95%= 332-452). En l'estudi retrospectiu i multicèntric de Fernández de Bobadilla *et al.* (80) realitzat amb població major de 30 anys en l'àmbit de la província de Barcelona, les dades van mostrar una prevalença de 4,5% i una incidència de 220 casos nous per cada 100.000 habitants.

Actualment, en els països industrialitzats, la taxa de mortalitat ha anat disminuint degut a la prevenció primària, evitant així l'augment de la incidència, o bé, a una millora de les cures i atenció des de la fase aguda, amb un augment de la prevalença (78). Malgrat la falta d'estudis sobre el cost econòmic de l'ictus, s'ha calculat que els costos directes representen entre el 2-4% del cost sanitari total, esdevenint una patologia que genera un elevat ús de recursos (80,83). L'estudi retrospectiu d'Hervás Angulo *et al.* (83) calcula el cost de l'ictus des de la seva perspectiva social en una població de Navarra de 12.000 habitants a través del seguiment de la incidència en 3 anys, conclouent que els costos mitjans per persona són de 5.759,50€ pel primer any, 3.596,60€ pel segon i 4.671,30€ pel tercer.

Considerant la perspectiva social de l'ictus, cal destacar les repercussions que aquest té sigui en el pacient (discapacitat i afectació de la qualitat de vida), en la família (costos en les cures i deteriorament de la qualitat de vida) i en la societat (costos sanitaris, anys de vida laboral perduts,...), convertint l'ictus en una patologia de gran impacte en aquests tres àmbits (83,84).

### 1.3.2. Etiologia de l'ictus

Considerant la naturalesa de la lesió, en general, es distingeix entre els 2 següents tipus d'ictus cerebral:

- a. D'origen isquèmic: representa el 80% del total d'ictus. L'infart cerebral té lloc quan un trombe o un èmbol obstrueixen el vas sanguini no permetent o reduint el pas del flux de sang al cervell. La majoria d'afectacions es produeixen en l'artèria cerebral mitja (ACM). L'inici de la clínica per causa trombòtica (superposició del trombe sobre una placa d'ateroma o una anomalia de la coagulació) pot ser brusca o progressiva al llarg dels dies. Allò més habitual és que la recuperació sigui lenta i que es mantinguin certs dèficits residuals impeding una completa recuperació

funcional. En el cas per èmbol (després d'un territori arterial proximal o del cor), normalment, succeeix de forma brusca apareixent la clínica immediatament; a vegades, l'èmbol es trenca en petits fragments fent remetre les manifestacions. Quan aquestes obstruccions tenen lloc en petites artèries profundes (p.ex. a nivell dels ganglis basals, càpsula interna o tàlem) es parla dels infarts lacunars. Les manifestacions d'aquests infarts apareixen lentament amb un bon pronòstic de recuperació (78,85).

- b. D'origen hemorràgic: la sang extravassada provoca clínica neurològica degut a l'excés de pressió a les zones cerebrals pròximes a la ruptura del vas o bé pels propis efectes tòxics de la sang. S'observa una clínica molt severa durant els primers dies essent, però, habitual que millori de forma evident un cop que l'edema i l'hemorràgia s'hagin reabsorbit (4). La mortalitat en la fase aguda és superior en cas d'hemorràgia en comparació amb els ictus d'origen isquèmic a causa de l'augment de la pressió intracranial i la compressió del tronc encefàlic (78). Un exemple és l'hemorràgia subaracnoidal. Aquesta es manifesta amb cefalees d'intensitat molt alta i breu pèrdua de consciència. A diferència dels altres tipus d'hemorràgia, el constant extravassament de sang en l'espai subaracnoidal o la hidrocefàlia secundària fa que els dèficits siguin progressius (78,85).

Tot i aquesta classificació, també es dona una combinació de les dues lesions de manera que existeixen infarts cerebrals amb components hemorràgics o viceversa (78).

### **1.3.3. Factors de risc d'ictus**

En funció de l'etiologia de l'ictus, els principals factors de risc (modificables i no modificables) són els següents:

- a. D'origen isquèmic: edat avançada, antecedents familiars d'ictus trombòtic, diabetis mellitus, hipertensió arterial, tabaquisme, alts nivells de colesterol, trastorns cardíacs com l'infart de miocardi o fibril·lacions, etc... són factors que predisposen a l'individu a un major risc d'isquèmia cerebral (78).
- b. D'origen hemorràgic: els principals factors que afavoreixen l'extravassament de sang són la hipertensió, traumatismes cranials, grans consums d'alcohol o d'altres substàncies tòxiques com la cocaïna així com la presència d'anomalies vasculars (malformacions vasculars congènites i lesions vasculars adquirides) (78).

A més, existeixen uns possibles factors de risc modificables com són la inactivitat física, l'estrès, l'obesitat, la dieta rica en greixos, entre d'altres (79).

Pel que fa a Catalunya, els factors de risc més freqüents són la hipertensió arterial, 59,1% (homes, 53,7%, i dones, 64,4%), la fibril·lació auricular, 29,3% (homes, 22,7%, i dones, 35,7%), la diabetis mellitus, 24,5% (homes, 28,5%, i dones, 20,7%), la dislipèmia, 20,8% (homes, 20,9%, i dones, 20,7%) i la cardiopatia isquèmica, 17,4% (homes, 22,2%, i dones, 12,8%) (77). En concret, el factor de risc més important de l'ictus és la hipertensió arterial, essent l'únic que presenta una associació consistent amb tots els tipus d'ictus (79). La identificació i el control dels factors de risc (amb excepció dels no modificables com l'edat, el gènere, la raça o la genètica) esdevenen els aspectes principals per la prevenció de l'ictus (80).

#### **1.3.4. Clínica de l'ictus**

Els signes i els símptomes de l'ictus depenen de l'etiologia, de la localització i de l'extensió de la lesió, determinant diferents nivells de gravetat que poden abraçar des de la mort fins a no presentar cap manifestació clínica (78,86).

NOTA: No és d'interès del present treball descriure ni les tipologies ni l'etiopatogènia dels ictus cerebrals així com les manifestacions clíniques en funció dels vasos obstruïts o implicats en l'ictus. Amb la visió fisioterapèutica, allò que ens ha interessat ha estat relacionar algunes de les manifestacions clíniques més freqüents d'aquesta patologia amb les estructures neurals comentades en l'apartat 1.1.6 que sustenten el control i aprenentatge motor o recuperació de la funció.

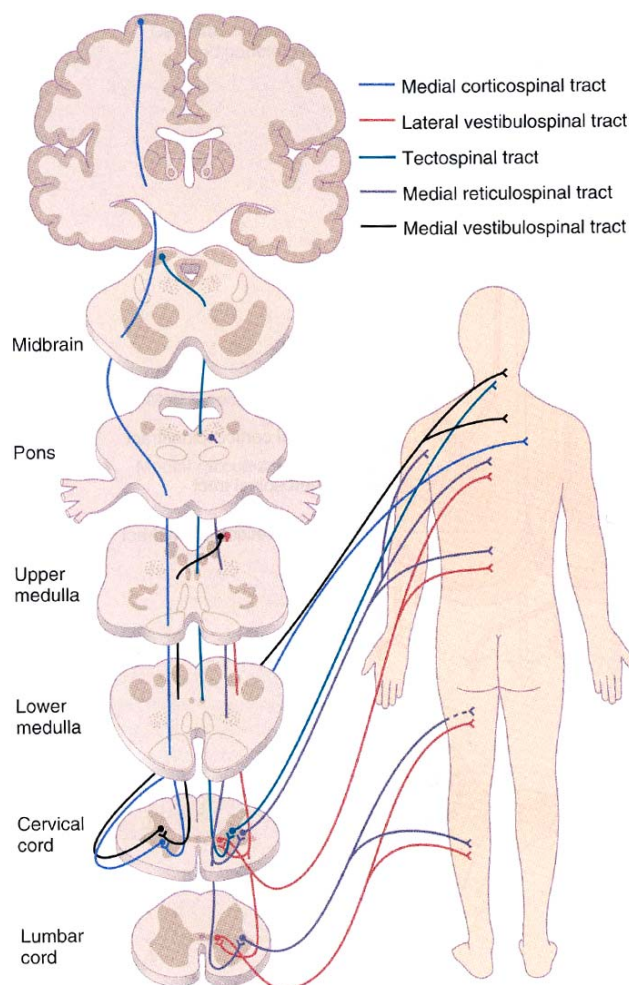
Predominantment, la clínica es presenta a la meitat del cos contralateral a la lesió cerebral (cara i/o extremitat superior i/o extremitat inferior) però, tot i així, l'hemicos ipsilateral pot presentar certes dificultats, fins i tot, per les activitats diàries (78,86).

Del 30 al 66% dels pacients amb ictus encara presenten aquestes dificultats més enllà dels 6 mesos (87–89), període en el qual, habitualment, ja ha estat donat d'alta del servei de rehabilitació (51). Un dels reptes més importants pels professionals de la rehabilitació és la millora de l'extremitat superior (ES). Pràcticament, més del 75% de les persones que han sobreviscut al primer episodi d'ictus tenen afectació de l'ES des de la fase aguda (75,89).

#### **1.3.4.1. Dèficits per afectacions d'influència cortical**

Depenent de l'hemisferi cerebral i de la zona que ocupen, les àrees de l'escorça desenvolupen una determinada funció. La funció de cada zona cortical depèn de les estructures amb les quals es comunica (3). L'alteració vascular més freqüent és la de l'ACM degut a la manca d'eficiència en la irrigació per part d'altres vasos per irrigar la mateixa zona (78). Per exemple, la seva clínica pot variar en funció de quina branca és l'afectada però, en general, la seva oclusió dona una clínica que abraça diferents aspectes, motors (hemiparèsia o hemiplegia contralateral, pèrdua de fragmentació, aparició del reflexe Babinski, entre d'altres), sensitius/sensorials (hemianestèsia contralateral, problemes visuals com l'hemianòpsia homònima contralateral...) i/o cognitius/conductuals (alteracions temporals de consciència, afàsia, problemes en la memòria, labilitat emocional, etc.) (47,78,85).

**Les lesions en l'àrea motora primària (M1)** es caracteritzen per la parèsia contralateral i per la pèrdua de fragmentació del moviment voluntari, principalment, a nivell distal. També es presenten danys en el **tracte piramidal o corticoespinal** (originat als cossos neuronals de M1, àrees premotors i còrtex somatosensorial; baixa a través de la càpsula interna, mesencèfal, tronc encefàlic i medul·la a on es creuen la majoria de fibres formant el tracte corticoespinal lateral; les no decusades formen el tracte corticoespinal ventral) i, per tant, la interrupció de les connexions corticals amb el tronc encefàlic, cerebel i medul·la espinal. Aquesta afectació dependrà també de l'extensió i localització de la lesió (85). És important tenir en compte que, exceptuant les àrees d'influència cortical directa, altres àrees i tractes motors com, per exemple, el tracte extrapiramidal retículoespinal medial o el vestibuloespinal continuen exercint cert control sobre l'activitat de la motoneurona inferior (47). El primer té la funció de mantenir la postura durant el moviment mentre que el segon, coordina la postura i és responsable de l'equilibri (Figura 6) (3).



**Figura 6.** Vies piramidals i extrapiramidals.

**Font:** Lundy-Elkman L. Neuroscience. Fundamentals for rehabilitation, 2013 (47)

Les afectacions de la motoneurona superior, és a dir, de les neurones corticoespinals, donen una clínica en la qual s'hi observen alteracions que abracen aspectes quantitius i qualitius del moviment voluntari (com podria ser en el cas d'oclusió de l'ACM). Aquestes alteracions motores són la conseqüència de:

- Parèsia o paràlisi provocada per un inadequat reclutament de les motoneurons inferiors. Té lloc una disminució o absència de l'habilitat per generar suficient força per un moviment funcional, resultant en debilitat muscular. Aquestes solen portar al desús muscular, el qual sovint provoca contractures musculars adaptatives, una disminució en la representació cerebral motora de les zones del cos en desús així com alteracions de les informacions aferents. Totes aquestes raons porten a desencadenar una major parèsia. Així doncs, es presenta com una hemiparèsia o hemiplegia contralateral (44,47,90).

- Disminució de la fragmentació del moviment. La fragmentació es defineix com la capacitat d'activar musculatura independentment d'altra musculatura, observant-se la capacitat del subjecte per dirigir els segments corporals en direccions oposades. La reducció o pèrdua d'aquesta interfereix en els moviments fins com, per exemple, cordar-se un botó o manipular objectes (44,47).
- Sinèrgies musculars anormals. Es defineixen com a patrons de moviment estereotipats de l'extremitat que evidencien una pèrdua de la capacitat de fragmentació o d'independència entre les articulacions. Les sinèrgies limiten l'habilitat de la persona per moure's de forma variable i adaptable a cada situació o tasca (44,47,91). Un exemple és la sinèrgia flexora definida per Brunnstrom, en els anys 70, amb abducció i rotació externa d'espatlla combinada amb flexió de colze quan l'individu intenta moure voluntàriament l'extremitat superior per anar a agafar algun objecte (48).
- Reflexes anormals. Aquesta alteració es pot manifestar amb hiperreflèxia dels reflexes profunds osteotendinosos, reflexes cutanis anormals, presència de clonus i resposta amb efecte navalla (47).
- Excés de resistència a l'estirament muscular passiu i/o actiu. En relació a la resistència passiva es parla d'hipertonia, i en el cas de l'ictus, de tipus espàstica, amb la típica característica de ser dependent de la velocitat de l'estirament. En fases inicials, però, la motoneurona inferior es manté temporalment activa i té lloc el fenomen contrari, una resistència anormalment baixa de la musculatura al ser estirada o hipotonia. A diferència de la hipertonia espàstica (només fa referència a la resistència passiva), l'excés de resistència passiva i activa és causada per la mioplasticitat, és a dir, als canvis adaptatius dels músculs (contractures o atròfia de les fibres musculars ràpides) davant el nivell d'activitat post-ictus o a les posicions perllongades (44,47).

El grau de parèsia condiciona estretament la capacitat per fragmentar el moviment; el grau d'espasticitat va estretament lligat amb la severitat de la parèsia, de manera que una persona afectada per un ictus amb presència d'una parèsia important i amb un augment del to muscular presentarà també majors dificultats per fraccionar el seu cos i realitzar un moviment funcional, considerant la funcionalitat com la capacitat per realitzar tasques o activitats correctament, per exemple, amb l'ES (92).

**Les lesions en les àrees premotores** impliquen alteracions en la planificació motora, sigui de seqüències ja apreses com del seu aprenentatge. S'afecta la programació de seqüències de moviments iniciats i guiats per estímuls externs com la vista (àrees premotores ventral i dorsal) o bé, d'aquells més interns, autogenerats pel record (àrea motora suplementària) (10,30). Les dues vies del sistema visual (ventral i dorsal) finalitzen a les àrees premotores ventral i dorsal, respectivament. Aquestes participen en el control de l'arribada (*reaching*) i de l'aferrament (*grasping*) utilitzant la informació visual sobre l'objecte i la seva localització espacial, de manera que quan es produeix una lesió, es presenten dificultats per determinar la forma de la mà o bé, la direcció del moviment per agafar o aferrar l'objecte (35–37). La zona premotora va ser la primera a on s'hi van localitzar les neurones mirall, de manera que una lesió en aquesta zona pot donar afectacions en les seves funcions (observació de l'acció, inferir les intencions dels altres,...) (14,65).

**Les lesions en les àrees primàries sensitives** afecten a la discriminació de la intensitat i la qualitat dels estímuls (sobretot, tàctils i propioceptius), cosa que dificulta l'ús d'aquestes sensacions per la identificació i percepció de característiques espacials de formes, mides o llargades dels objectes o dels mateixos moviments així com per les textures dels objectes (93–95). La localització del dolor o de les sensacions tèrmiques depèn també d'altres zones com són les àrees associatives sensitives i el tàlem, estructures molt importants per les informacions aferents (96,97). Aquesta informació del cos arriba a nivell cortical i subcortical a través dels tractes ascendents, en concret pel sistema de la columna dorsal (lemniscal medial) i pel sistema anterolateral (espinotalàmic, espinoreticular i espinomesencefàlic). L'existència dels dos sistemes aporta informació redundant cosa que fa que si un es lesiona no impliqui una pèrdua total de la discriminació de cap dels sentits (5,10).

**Les afectacions en les àrees associatives** (àrees que analitzen i integren la informació provinent del tàlem i de les àrees primàries sensitives) es poden manifestar en forma d'agnòsia (incapacitat per reconèixer objectes utilitzant una modalitat sensorial determinada, malgrat que les estructures responsables per la discriminació estiguin intactes) (3,93). Un exemple, és l'astereognòsia que es caracteritza per la incapacitat per identificar l'objecte mitjançant el tacte i la seva manipulació malgrat poder descriure allò que sent (38).



L'ictus no només pot provocar alteracions a nivell físic (motor i sensitíu) sinó també a nivell emocional i psicològic degut a que els processos cognitius es poden veure també afectats. Es presenten problemes en el raonament, capacitat de resoldre problemes i presa de decisions, en l'abstracció, en la velocitat de processament de la informació, dèficits d'atenció, de memòria, de les capacitats visuoespacials, alteracions del llenguatge, en la representació mental o capacitat d'imaginar, etc...(44,84).

**Lesions en el còrtex prefrontal** provoquen dèficits que afecten a la personalitat i al comportament, tals com l'apatia, la depressió, l'agressivitat, etc... i a la capacitat de realitzar les anomenades funcions executives. Les funcions executives es refereixen a la capacitat de planificació i d'execució, al raonament, a la capacitat de judici, a la capacitat de resoldre problemes, etc... (38,59). La presa de decisions és donada també pel còrtex prefrontal (10,38).

La capacitat cognitiva de la intel·ligència i la capacitat de resoldre problemes així com la comprensió de la comunicació (llenguatge), en el cas de l'hemisferi dominant, i de les relacions espacials, en cas de l'hemisferi dret, són funcions majorment de les **àrees associatives parietotemporals** (10,38).

Les alteracions del llenguatge, sigui el parlat (afàsia de Broca, Wernicke o global), escrit (alèxia) o l'habilitat d'escriure (agrafia) determinen la interacció comunicativa que es pot establir amb el pacient durant el tractament (38).

Els dèficits de memòria i d'atenció també poden esdevenir molt importants en el procés de recuperació (Apartat 1.2.5). Aquests es poden veure afectats de diferent manera ja que existeixen varis tipus de memòria, els qual depenen de diverses regions cerebrals (memòria a curt i a llarg termini, memòria declarativa, procedimental,...) o bé, diferents modalitats d'atenció (sostinguda, selectiva, dividida,...) (39,58). El *neglect* és una alteració de l'atenció i consisteix en la incapacitat de l'individu per detectar o respondre concretament als estímuls provinents del cantó contralateral de la lesió cerebral. És causat per lesió a diferents components de la xarxa cerebral de l'hemisferi dret responsable de l'atenció i del processament espacial. Com a exemple, la persona pot negligir el cantó esquerre del seu cos (*neglect* personal) i/o de l'espai (*neglect* espacial). Es pot observar com l'individu només s'afaita la meitat de la cara o bé, només es posa la màniga dreta del jersei (30,44,98).

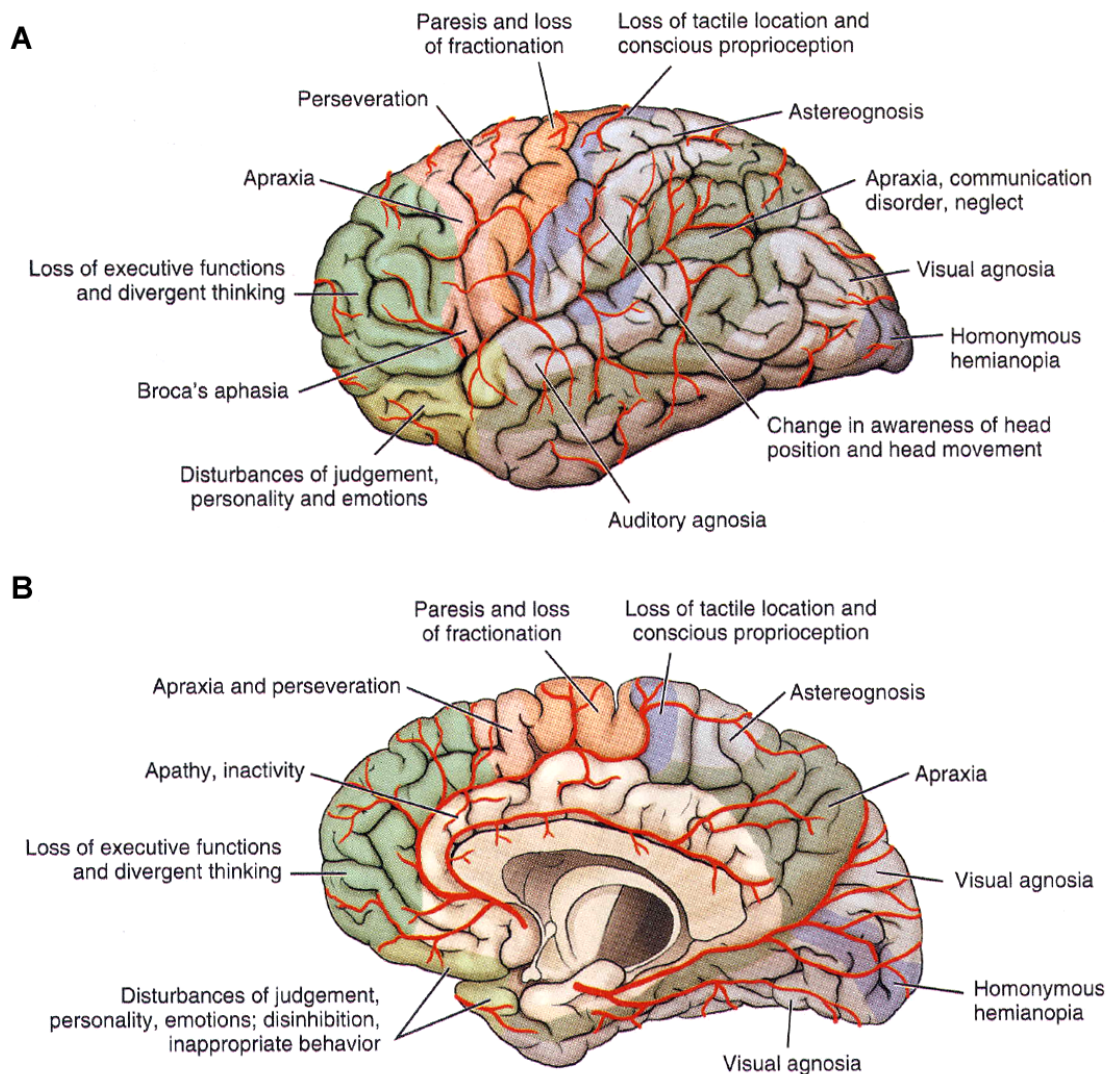
**En lesions prefrontals laterals i de l'escorça parietal posterior** s'observen alteracions espacials i temporals que es manifesten en imprecisions anormals durant l'execució del moviment voluntari així com en la seva imitació. Aquesta manifestació s'anomena apràxia (45,99).

**Les lesions en el còrtex orbitofrontal o àrees associatives frontals** alteren les característiques de la personalitat mentre que les emocions depenen de les **àrees associatives límbiques** (3,38).

Gran part de les persones afectades per un ictus presenten labilitat emocional, és a dir, presenten dificultats per poder controlar les seves emocions manifestant fàcilment plor, crits o bé rialles de forma excessiva i en situacions socials a on, normalment, aquestes no es mostrarien ja que serien considerades com inacceptables. Aquestes manifestacions poden ser causades per **danys en zones prefrontals i en regions del sistema límbic** (3,38).

Els dèficits cognitius i conductuals causats per l'ictus cerebral representen una font important de discapacitat, afectant negativament a la realització de les activitats de la vida diària (AVD) per part del pacient, a les relacions interpersonals de l'individu en la societat, a la qualitat de vida del pacient i de la seva família així com poden interferir en la implicació del pacient en el seu procés de rehabilitació (77,84).

NOTA: La figura 7 es refereix a la mostra gràfica dels possibles dèficits o alteracions exposats al llarg del present capítol.



**Figura 7.** Dèficits associats amb disfunció arteriolar cerebral.

A) Còrtex lateral, B) Còrtex medial

**Font:** Lundy-Elkman L. Neuroscience. Fundamentals for rehabilitation, 2013 (85)

### 1.3.4.2. Dèficits per altres afectacions

L'ictus no només pot danyar zones corticals o de la seva influència sinó també estructures més inferiors, subcorticals i profundes del SNC com són el tàlem, els nuclis basals, el cerebel i el tronc encefàlic (3).

**El tàlem** rep una gran quantitat d'impulsos procedents de diferents zones com la medul·la espinal, tronc encefàlic, cerebel, nuclis basals i de la mateixa escorça. D'aquí, es condueixen a gran part de les àrees corticals cerebrals, esdevenint el tàlem una important estació aferent per aquests estímuls, i finalitzar a l'escorça cerebral. D'aquesta manera, pot realitzar la seva funció de reconeixement conscient de les sensacions com dolor, temperatura i tacte. Entre d'altres, també desenvolupa funcions emocionals associant, a

aquests impulsos, sentiments d'agradable o desagradable (3). Les lesions del tàlem impliquen una disminució o abolició de les sensacions contralaterals, resultant la informació propioceptiva (referent al moviment del cos) la més afectada. Malgrat que poc freqüent, l'intens dolor talàmic es presenta contralateralment amb necessitat o sense d'un estímul extern (30,38).

**Els nuclis o ganglis basals** (nucli caudat, lenticular i amigdalí) són un conjunt de nuclis situats en la profunditat de l'encèfal que es relacionen molt estretament amb la substància blanca i amb el tàlem. El paper d'aquests nuclis fa referència a la regulació de les funcions motores voluntàries útils per mantenir la postura, la marxa i per iniciar o modular moviments grollers i repetitius (3,11). Es relacionen amb la planificació i control de comportaments motors complexes i juguen un paper en la selecció d'activació i supressió de certs moviments (5,11). En el cas de patologia, aquestes funcions es veuen alterades. A més, en el cas d'ictus amb lesió del nucli caudat es dona principalment clínica comportamental com l'apatia (38).

**El cerebel** actua, conjuntament amb l'activitat motora cerebral, permetent la consecució de moviments coordinats i harmònics, enlloc de maldestres, tremolosos i inefectius (3,5). Ho realitza comparant les ordres motores del cervell amb la informació sensitiva ascendent que rep dels receptors musculars; és a dir, compara el moviment que es pretén amb la situació real existent per tal que pugui enviar els impulsos cap al cervell i ajustar o coordinar els moviments per aconseguir l'acció pretesa. D'aquesta manera, també ajuda a controlar la postura i mantenir l'equilibri (3,5,10,33). A part de les funcions executives relacionades amb la planificació i coordinació del moviment i el manteniment de l'equilibri, el cerebel també coordina la informació sensitiva aferent (3,5,10).

Si l'afectació vascular es dona a nivell cerebel·lós, la clínica característica és l'atàxia (incoordinació muscular), la hipotonia, presència de tremolors al final del moviment i durant esforços i alteracions de l'equilibri. Les afectacions cerebel·loses no donen pèrdua de la sensibilitat ni paràlisi. És típica la marxa alçant el peu, de forma exagerada i amb poc control, per baixar-lo bruscament colpejant el terra (3,5,10).

La clínica relacionada amb les funcions cognitives del cerebel no és tant coneguda. S'ha vist que, sobretot a través de les aferències cortico-ponto-cerebel·loses, existeix una relació molt estreta del cerebel amb les parts de l'escorça responsables dels PC. Algunes de les manifestacions clíniques observades són: alteració de l'atenció selectiva en les diferents

modalitats sensorials, alteracions de la memòria, del processament del llenguatge, lentitud en el processament de la informació i alteracions de l'emotivitat. Cal destacar el rol del cerebel en la planificació motora i en l'aprenentatge de seqüències motores complexes (importància de la imatge motora) ja que el cerebel s'activa majorment durant tasques que impliquin la resolució de problemes (5,40,100,101).

**El tronc encefàlic** realitza funcions motores, sensibles i reflexes. És lloc de pas o destí final de diferents tractes de substància blanca motors i sensitius així com s'hi localitzen nuclis que contenen varis centres reflexes (centres vitals com el cardíac, vasomotor i respiratori; d'altres, no vitals, com el del vòmit, el de la tos, singlot, deglució i els mediat pels nervis cranials) (3). Els ictus en aquesta zona poden cursar des de la mort (per afectació dels nuclis i tractes que controlen les funcions vitals) a alteracions motores com tetraplegia o pèrdua del control postural (tractes descendents), pèrdua de les sensacions (tractes ascendents), coma (formació reticular) i clínica dels parells cranials (problemes visuals, sensitius i motors a nivell facial, etc...) (44,85). Els tractes descendents pel control motor originats en el tronc encefàlic inclouen el vestibuloespinal (des dels nuclis vestibulars), el retículoespinal (des de la formació reticular), el tectoespinal (des del col·licle superior) i el rubroespinal (des dels nuclis vermells mesencefàlics) (5). Participen en el control de l'activitat motora voluntària i són responsables dels moviments automàtics com és el cas dels moviments que expressen emocions a nivell facial o de tots aquells que no requereixin un esforç conscient (balanceig braços...) així com del control de la postura i del manteniment de l'equilibri (3,5,47).

La persona que ha tingut un ictus esdevé un punt d'atenció clínica molt important ja que, malgrat els avenços en l'atenció mèdica precoç així com en la seva prevenció, l'ictus continua presentant importants repercussions físiques, psicològiques i econòmiques en els pacients, les seves famílies i en la societat en general (83,84).

## 1.4. TRACTAMENT EN L'ICTUS

### 1.4.1. Rehabilitació en l'ictus

Un dels camps principals en la rehabilitació del pacient amb ictus és el treball sobre les funcions motores de l'ES, molt freqüentment afectades per la lesió més enllà de la fase aguda (75). La majoria dels esforços sigui en l'atenció clínica com en l'àmbit de la recerca s'han dirigit al treball sobre les alteracions motores o de força muscular, malgrat l'alta prevalença de les alteracions sensitives i/o sensorials (estimacions del 50-85%) (102-104). Actualment, hi ha poca evidència d'alta qualitat sobre l'eficàcia del treball sensorial per la millora de la seva discriminació a nivell de la mà en pacients amb ictus (102).

Les alteracions cognitives o conductuals han estat tradicionalment considerades, sobretot, de l'àmbit de tractament del terapeuta ocupacional, del logopeda i del psicòleg, i si es donés el cas, d'àmbit psiquiàtric. El neuropsicòleg és un dels professionals que consta dins de l'equip interdisciplinari i les seves funcions inclouen realitzar una valoració detallada dels processos cognitius alterats en el pacient afectat per l'ictus així com aportar estratègies de tractament (intervencions cognitives, conductuals i de psicoteràpia) (105).

La incapacitat per agafar i mantenir els objectes a la mà és molt freqüent en aquests pacients degut a la dificultat no només per produir la força necessària sinó per utilitzar el *feedback* somatosensorial que permet ajustar la presa a l'objecte (94,95,104). Totes aquestes alteracions motores, sensitives i cognitives (Apartat 1.3.4) incideixen en la realització de les activitats quotidianes i en la participació social de la persona però també en la seva família (incidència en els diferents nivells de la Classificació Internacional del Funcionament-CIF: estructura o funció corporal; activitat i participació) (73,75,83,106). Per aquesta raó, el paper de la rehabilitació en neurologia, en la qual la fisioteràpia n'és un dels factors dins de l'equip interdisciplinari, esdevé molt important des de l'inici i fins a les fases més cròniques (73,75,107).

El tractament de l'ictus és considerat una emergència neurològica, en la que l'actuació inicial és primordial per la supervivència del pacient i determinant pel seu pronòstic (82). A Catalunya s'aplica el Codi Ictus, model d'atenció urgent a l'ictus agut per millorar el maneig d'aquests pacients i el tractament trombolític immediat (77). Així doncs, és molt recomanable que el pacient agut sigui atès en una Unitat d'Ictus, formada per un equip de professionals de la salut especialitzat (fisioterapeuta, neuròleg, infermer, terapeuta ocupacional, logopeda, psicòleg, nutricionista, etc) capaç d'adaptar-se a les necessitats i

estat del pacient. Es poden valorar les necessitats de fisioteràpia ja en les primeres 48 hores (77,80,82,108).

L'objectiu final del tractament de rehabilitació és millorar la funcionalitat (p.ex. manipulació d'un objecte o la marxa) afectada per les alteracions físiques i cognitives de l'íctus per afavorir la participació del pacient en la societat (77,105).

Certs objectius de tractament es prioritzen segons la fase de l'íctus (aguda, subaguda o crònica) i, per tant, també l'actuació fisioterapèutica (77,105). En el programa de tractament, la freqüència, intensitat i durada es decideix de forma individualitzada però considerant també la necessitat de les cures d'infermeria o la implicació dels cuidadors així com la ubicació del pacient en cada moment segons el seu estat (unitat d'aguts, hospital de convalsència, rehabilitació ambulatorial, etc) (77). Tot i així, sempre es busca evitar les complicacions secundàries (contractures, úlceres per decúbit...) i aconseguir la màxima recuperació funcional (77,105). Últimament hi hagut un augment important d'assajos clínics aleatoritzats per tal d'obtenir evidència per la millor presa de decisions en la pràctica clínica (73). S'indica que la fisioteràpia es eficaç en la recuperació funcional a mig termini i que la fisioteràpia basada en l'evidència (FBE) esdevé cada cop més important per la presa de decisions dels fisioterapeutes, subratllant la necessitat d'establir protocols de tractament basats en la FBE per facilitar-ho (108). La Guia de Pràctica Clínica Ictus de Catalunya (77) proposa establir protocols a on el pacient rebi el màxim de tractament rehabilitador possible ja que s'ha evidenciat que una major freqüència i, per tant, intensitat de tractament afavoreix la recuperació funcional. Respecte a la durada del tractament rehabilitador, més enllà de períodes marcats de 3 o 6 mesos, s'aconsella finalitzar quan no s'identifiquen nous objectius funcionals o bé, per renúncia del propi pacient.

#### **1.4.2. Fisioteràpia en el tractament de l'íctus**

En el pacient adult amb íctus estabilitzat, el fisioterapeuta aplica una sèrie de tècniques de base, és a dir, un repertori d'eines bàsiques per tractar les alteracions més freqüents de la funció motora com són les relacionades amb el to muscular i amb la parèsia muscular així com amb les seves possibles conseqüències (problemes de pell, contractures, entre d'altres) (109).

A continuació s'exposen algunes de les eines o tècniques analítiques que s'utilitzen més freqüentment en les actuacions fisioterapèutiques:

Cures respiratòries: principalment necessàries en fase aguda, s'han de realitzar maniobres per mantenir les vies aèries lliures de secrecions, estimular el reflex de la tos i fomentar un patró respiratori normal (105).

Acondicionament postural: col·locació del pacient en una postura amb àmplia base de sustentació i alineació de les extremitats, si cal amb l'ajuda de coixins. En el cas d'espasticitat, aquestes es col·loquen progressivament en la postura inversa a l'esquema sinèrgic. S'aplica, sobretot, en fases agudes o bé, cròniques amb espasticitat considerable ja que es busca la normalització del to muscular. Altres objectius són el manteniment del rang articular, del trofisme muscular, la prevenció de les úlceres per decúbit i del dolor (109).

Mobilitzacions passives: és una de les pràctiques més habituals en fisioteràpia i, sobretot, pel control del to muscular, l'extensibilitat dels teixits tous i la millora del rang articular (109). En les Guies de Pràctica Clínica anteriorment citades (GPC) (77,82) s'insisteix en la mobilització precoç, sobretot, en els primers 3 mesos després de l'ictus. Les mobilitzacions passives es combinen també amb el treball actiu d'aquella musculatura preparada (109). El moviment passiu és realitzat per una força externa i, per tant, no existeix una activitat muscular voluntària (1). Es poden subdividir en:

a. **Moviments passius de relaxació articular**: dins d'aquests hi destaquen els manuals com un dels mètodes més emprats pel fisioterapeuta. Consisteixen en la realització per una altra persona del moviment a una o més articulacions (1). Són importants les preses (àmplies, fermes però agradables), la velocitat de mobilització (adaptada a la resistència muscular) i el rang articular (el fisiològic i no superior al del cantó sa) (109).

No queda massa clar el mecanisme d'actuació de les mobilitzacions passives, tot i que s'assumeix que si la falta de moviment ha causat contractures, aleshores, el moviment les ha de prevenir, evitant la formació d'adherències dels teixits tous articulars del seu voltant mitjançant la prevenció de ponts creuats del col·lagen. També es suggereix que els moviments passius influeixen en l'extensibilitat dels teixits tous (longitud i resistència passiva). Tot i així, no hi ha suficient evidència científica sobre la seva efectivitat en la millora del rang articular, l'espasticitat o el dolor (110).

b. **Distensió o estiraments**: a diferència del moviment passiu relaxat, els estiraments impliquen sobrepassar el rang articular existent augmentant la longitud de les parts toves



(1). En el cas d'espasticitat, l'estirament ha de ser lent, suau i progressiu per evitar desencadenar el reflex d'estirament, prestant atenció als músculs que creuen més d'una articulació (109). Representen també una eina habitual en fisioteràpia pel control del to muscular i manteniment de la capacitat elàstica muscular i del rang articular malgrat que diferents estudis no troben consens sobre la seva millor aplicació (dosi, temps i intensitat de l'estirament) i sobre la seva importància clínica. Aquests estudis destaquen els pocs efectes dels estiraments per l'espasticitat, les contractures o el dolor i que els pocs que hi ha són efectes immediats i inexistent a llarg termini (111,112). Quan existeixen contractures estructurades, l'objectiu es dirigeix a aconseguir la millor alineació possible de les extremitats per tal d'evitar majors deformitats. També es poden aplicar demanant al pacient la contracció voluntària simultània de la musculatura antagonista a l'estirada (109).

A part dels estiraments manuals, en la fisioteràpia convencional també s'utilitzen fèrules aplicades en les parts del cos (freqüents a nivell del turmell) buscant un estirament de poca intensitat però de llarga durada. Freqüentment, es prescriu l'ús de fèrules amb els objectius de disminuir l'espasticitat, evitar contractures i millorar l'activitat (109). Malgrat ser una pràctica habitual en pacients adults amb ictus, existeixen pocs estudis científics sobre la seva aplicació en patologia neurològica, essent, però, aquests d'alta qualitat metodològica. Aquests conclouen que l'ús de fèrules no és efectiu per la disminució de l'espasticitat ni per la prevenció de les contractures i, com a conseqüència, no milloren l'activitat, desaconsellant-ne, fins i tot, alguns d'ells, el seu ús, ja que la immobilitat que generen pot afectar negativament en la capacitat del pacient per integrar els moviments entrenats en la sessió terapèutica en la seva pràctica diària (113).

c. **Moviments accessoris:** són moviments que el pacient no pot realitzar de per sí. Fan referència a lliscaments (medials, laterals, longitudinals), compressions, traccions o rotacions (1). Per exemple, la compressió i les traccions articulars permeten fomentar l'activació muscular en la musculatura extensora i flexora, respectivament (109).

d. **Manipulacions articulars:** són moviments forçats i ràpids de petit rang en què el pacient no hi té cap control sobre el procediment i, per aquesta raó, poden esdevenir perillosos (1).

Mobilitzacions actives: el moviment actiu és donat per la contracció muscular activa i és realitzat pel mateix pacient en un rang articular no limitat (1). Es poden subdividir en:

a. **Moviments actius lliures:** el moviment és efectuat pel propi pacient sense cap tipus d'ajuda (1).

b. **Moviments actius-assistits:** es dóna major o menor ajuda externa en la direcció de l'acció muscular per afavorir el moviment realitzat parcialment pel pacient (1).

Aquests s'utilitzen per estimular el moviment voluntari normal i per controlar o estabilitzar l'ES. La modulació del to muscular i el manteniment del rang articular lliure proximal (articulació escapulo-toràcica i escàpulo-humeral) són requisits previs al treball sobre la mobilitat activa voluntària de l'ES (109).

Inicialment, es creen exercicis d'estabilització de l'ES a través del posicionament i manteniment de l'ES contra gravetat en diferents posicions de l'espai, requerint un treball actiu muscular proximal per seguir amb exercicis que busquen moviments més analítics i amb la cooperació de més articulacions, per exemple, amb els moviments accessoris de tracció-coaptació articular per activació en flexió i extensió (109). S'evoluciona treballant moviments més segmentaris, com els de flexo-extensió de colze, la prono-supinació... així com els moviments d'obertura i tancament de la mà. Pel què fa a la mà, en el tractament convencional es posa èmfasi en la realització de diferents tipus de pinces i és en aquesta part del cos quan s'introdueix el treball d'estimulació sensitiva, a través de l'ús de raspalls de dents, de gel, de vibracions o bé, també amb exercicis de manipulació d'objectes de diferents textures o formes) (109).

Ús d'estímuls tèrmics com la crioteràpia i la termoteràpia: es poden aplicar en diferents modalitats (aigua freda o calenta, gel local, parafina, microones,...) amb l'objectiu de normalitzar el to muscular i, com a conseqüència, millorar l'espasme muscular i el clonus (109). L'aigua freda també produeix analgèsia. En ambdós casos (fred i calor), l'efecte tèrmic (temps d'aplicació > 10 minuts) disminueix l'excitabilitat del fus neuromuscular i modifica les capacitats viscoelàstiques musculars, però s'ha vist que aquests efectes beneficiosos per disminuir l'espasticitat són temporals (no superiors a 1 hora) i són un complement a d'altres opcions terapèutiques (109,114).

Ús del medi aquàtic o hidroteràpia: considerada un complement de la fisioteràpia i no sempre accessible, aquesta té varies formes d'aplicació i és combinable amb l'ús dels estímuls tèrmics. En el cas de l'ictus i pel tractament de l'ES, l'efecte de flotació de l'aigua afavoreix la realització dels moviments amb menor esforç i dolor. La resistència de l'aigua

també pot ser útil per la millora de la força muscular així com per permetre un augment de la propiocepció per una millora de l'esquema corporal (109).

Electroestimulació: consisteix en l'aplicació d'estímuls elèctrics per afavorir la contracció muscular per guanyar força muscular i resistència. L'estimulació nerviosa elèctrica transcutània, molt estesa en la pràctica clínica de fisioteràpia, utilitza un estímul de menor intensitat que no provoca contraccions i busca la millora de l'espasticitat i del dolor (105,109). En una revisió Cochrane del 2006 (115) es conclou que no hi ha suficient evidència sobre l'ús clínic de l'electroestimulació en l'ictus així com en els seus paràmetres d'aplicació (dosi, en quin període post-ictus, entre d'altres).

A l'actualitat, la FBE ha de contemplar els resultats de la continua activitat investigadora en neurociències en temes com són el sistema de les neurones mirall o bé, en l'estudi del control i aprenentatge motor. D'aquí que s'han anat generant tota una sèrie de nous plantejaments de caire més global i funcional, els quals poden ser utilitzats en l'àmbit de la fisioteràpia, entre d'altres. Aquests es detallaran en els apartats 1.6.2 i 1.7.

## 1.5. RECUPERACIÓ DE LA FUNCIO I PLASTICITAT DEL SISTEMA NERVIÓS

### 1.5.1. Plantejaments d'actuació terapèutica en l'ictus

Tradicionalment, l'actuació terapèutica en el pacient amb ictus ha anat dirigida a aconseguir el màxim de funcionalitat motora (p.ex. ser capaç de poder caminar d'un punt a un altre o bé, poder girar el pom per obrir la porta) amb independència de com la tasca era executada. De la mateixa manera que els aspectes més qualitius de realització de l'activitat no han estat considerats importants, existeixen pocs instruments de mesura qualitius (69,116).

Paral·lelament a aquesta idea, l'abordatge amb el qual afrontar la teràpia en pacients amb ictus per l'aprenentatge motor, i en concret, per recuperar la funció, es pot plantejar des de dos punts de vista diferents. És important diferenciar entre (27,52,69,117–119):

- a. Quan es treballa per la restitució o restauració dels mateixos patrons de moviment existents abans de l'ictus. S'anomena **Recuperació**. Té lloc per les activacions a les zones del voltant de la lesió (penombra), a les àrees de diasquisi així com a zones corticals d'ambdós hemisferis. Des del punt de vista funcional, es refereix a com el moviment ha estat realitzat, focalitzant-se més en la qualitat d'execució del moviment que en el resultat final (tasca acomplerta o no).
- b. Quan es busca el desenvolupament de patrons de moviments nous resultants de l'adaptació o de la substitució, és a dir, les funcions són assumides, reemplaçades o substituïdes per altres parts. S'anomena **Compensació**. Té lloc per l'activació de circuits neurals sans alternatius, els quals no s'activarien en condicions normals. A nivell funcional, allò que interessa és poder finalitzar la tasca independentment de com es realitzi. D'aquí que apareguin els moviments compensatoris d'altres parts del cos per substituir o reemplaçar aquells segments lesionats i que no poden dur a terme la seva funció.

La veritable recuperació es caracteritza per la reaparició del comportament motor previ mentre que la compensació es basa en fer emergir nous comportaments diferents als d'abans de la lesió (52,69,75).

Tal i com exposen els autors Cirstea i Levin en els seus estudis (69,75,120), s'ha vist que les teràpies i pràctiques en les quals no hi ha cap guia sobre el pacient provoquen un

augment dels moviments compensatoris. Malgrat que aquests, a curt termini, puguin permetre que el pacient sigui més funcional i que realitzi més coses (p.ex. poder girar el pom de la porta), el pacient realitza el moviment utilitzant patrons incorrectes que substitueixen aquells moviments més eficaços. Per tant, es focalitzen en aconseguir el resultat independentment de com s'ha aconseguit (es prioritzen els aspectes quantitius per sobre dels qualitius del moviment). A més a més, la presència de compensacions, a llarg termini, pot donar problemes com dolor, contractures, etc...

La reacció espontània i natural del pacient que ha sofert l'ictus és, justament, la de moure's compensant. Exemples d'estratègies motores de compensació són les sinèrgies i, també, la fixació de certs segments del cos, com la pelvis o l'escàpula, la qual limita els moviments normals de les extremitats (69,75).

Amb els coneixements actuals sobre la plasticitat del sistema nerviós i la seva capacitat de reorganització és possible canviar el centre d'atenció d'actuació terapèutica. De la concepció que el SNC és rígid i inalterable, cosa que portava a dirigir la teràpia a la compensació, es passa a dirigir-la cap a la recuperació de la funció a través de l'activació dels processos originals, és a dir, d'aquells existents abans de la lesió (27,52).

En la metaanàlisi de Rehme *et al.* (121), diversos estudis sobre el moviment de l'ES en pacients amb ictus mostren que existeix una major activació de les àrees motores contralesionals, en concret, de M1 així com de l'escorça premotora i àrea motora suplementària (SMA) bilaterals en comparació amb el subjecte sa. A més, es correlacionen l'activació d'aquestes zones i la intensitat de la seva activació amb la severitat del dèficit motor mentre que s'associa l'activació de la M1 ipsilesional i del cerebel contralesional amb una major millora del comportament motor. Es constata així la necessitat d'actuacions terapèutiques que portin a la reorganització del SNC després de l'ictus a través de l'activació dels patrons neurals originals enlloc de l'augment compensatori de l'activitat contralesional.

### **1.5.2. Recuperació com aprenentatge en situació patològica**

Segons els coneixements en neuroplasticitat, les experiències i l'aprenentatge són responsables dels canvis biològics, de manera que és molt important tenir en compte com es planteja l'actuació terapèutica (experiència) per no donar lloc a incorrectes reorganitzacions amb la conseqüent limitació de la recuperació d'aquests pacients (70,117,122).

Es necessita incorporar estratègies que considerin aspectes motors més enllà de la força muscular, tals com la durada i velocitat del moviment, la precisió, la fluïdesa, la trajectòria, la continuïtat, la correlació entre les articulacions durant el moviment, etc... L'habilitat per percebre informacions tàctils dels objectes influeix alguns d'aquests aspectes imprescindibles per agafar correctament un objecte, tals com l'adequació de la força muscular, la presa refinada... (104).

Aquests representen els aspectes qualitius del moviment, els quals permeten a l'individu realitzar moviments eficaços que s'adaptin, sempre amb possibilitat d'elecció, a les diferents condicions de l'ambient (75,87,120).

En el pacient amb ictus es veu reduïda la qualitat del moviment, presentant una discontinuïtat espacial i temporal del moviment, més lentitud, dificultats per combinar diferents articulacions involucrades simultàniament en el moviment (p.ex. entre espatlla i colze), etc..., característiques que evidencien un dèficit en el CM a nivell central (44,120).

Malgrat aquests problemes, s'observa com el pacient encara pot ser capaç d'arribar al seu objectiu (p. ex. girar el pom de la porta). Això és degut, moltes vegades a compensar la manca d'extensió de colze o de flexió d'espalla amb un augment de participació del tronc respecte a una persona sana (69,75,87,120).

La necessitat d'adequar el tractament d'aquests pacients a la seva capacitat de planificació motora i de nivell d'esforç cognitiu per la realització de moviments coordinats de l'ES evidencia la relació entre la funció cognitiva i el CM i demostra una millora de l'aspecte cognitiu simultània als guanys quantitius i qualitius del moviment (123).

Per una satisfactòria recuperació, aquesta s'ha de dur a terme considerant cada persona en particular i s'haurien d'incorporar estratègies que permetessin transferir aquelles millores obtingudes en una determinada situació a les activitats quotidianes (75). En un individu sa es parla d'aprenentatge mentre que en un pacient parlariem de recuperació o aprenentatge en situació patològica (117).

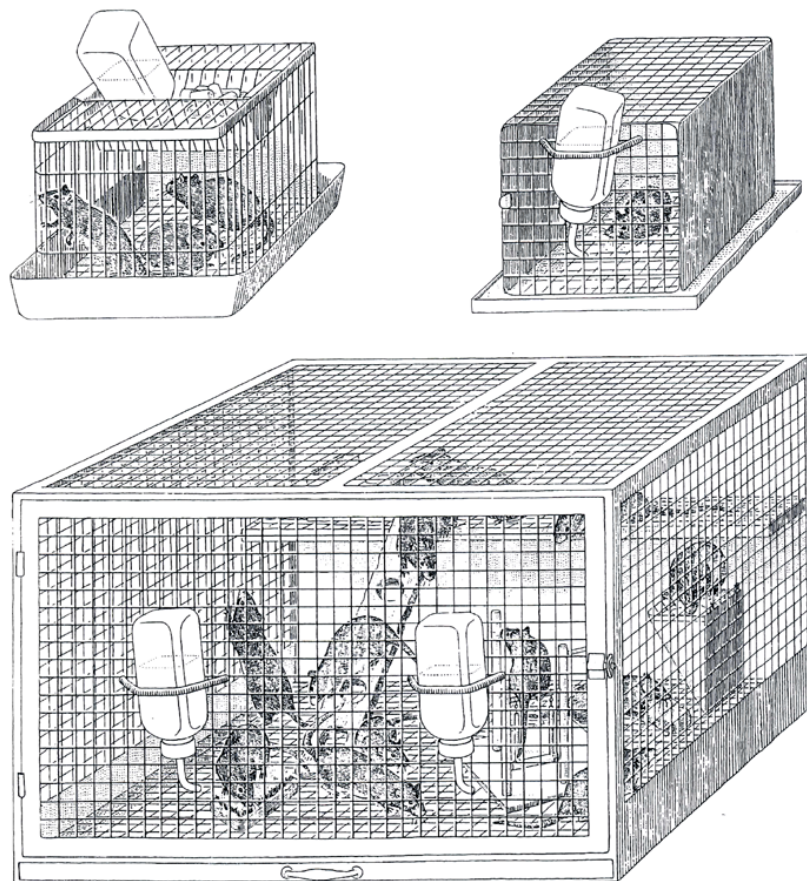
### **1.5.3. Plasticitat del Sistema Nerviós**

En els últims anys, amb els diferents estudis en neurociències, el concepte de plasticitat del sistema nerviós ha anat guanyant molta força (124,125).

Plasticitat és un terme genèric per descriure l'habilitat de modificació d'una estructura. A nivell del sistema nerviós, es podria definir el terme "Neuroplasticitat" com l'habilitat de les neurones per canviar les seves funcions, les seves característiques químiques i estructurals (70). La plasticitat cerebral permet optimitzar el funcionament de les xarxes cerebrals i remodelar, literalment, l'estructura física del cervell a través d'un procés continu de remodelació a curt, mig i llarg termini dels mapes neurosinàptics (126,127).

La idea estesa des de Ramon y Cajal en què el cervell adult només canviava per degenerar-se i que no podia trobar una nova forma de funcionar si una part d'ell era danyada ha estat ja superada (128,129). Diferents investigacions han estat portades a terme primer *in vitro* en animals i, després, en humans mitjançant les tècniques no-invasives de neuroimatge (127). En molts estudis d'autors considerats referents en la recerca neurològica, des de la primera meitat del s.XX fins a l'actualitat, com Diamond, Merzenich, Kaas, Page, Nudo, entre d'altres, es manifesta que l'experiència i les informacions sensibles guien la reorganització. Actualment, s'accepta que el sistema nerviós és plàstic, és a dir, capaç de canviar la seva estructura i la seva funció a través de l'activitat, el pensament, l'aprenentatge i l'experiència (117,125–127,130).

En l'estudi de Diamond *et al.* (131), diversos ratolins van ser exposats a 3 situacions experimentals diferents observant-se, posteriorment a l'estudi, diferències anatòmiques en el cervell de cada ratolí en funció de l'experiència viscuda (el pes de l'escorça va augmentar més, com més enriquidora havia estat l'experiència del ratolí) (Figura 8): la primera (gàbia superior esquerra) consisteix en l'experiència estàndard de laboratori, 3 ratolins en una mateixa gàbia; la segona (dalt i dreta), un ratolí és deixat sol a la gàbia, sense cap interacció amb els altres, i la tercera (a baix) representada per un ambient ric i estimulants on diferents ratolins interactuen en una gàbia espaiosa i amb objectes per jugar i per aconseguir el menjar, jocs que són canviats diàriament.



**Figura 8.** Representació dels tres ambients responsables de les diferències anatòmiques al cervell de rates de laboratori.

**Font:** Diamond MC, et al., 1972 (131)

La neuroplasticitat es produeix tant en persones sanes com en aquelles que hagin sofert una lesió, sigui cerebral o perifèrica (118,122,125,127,130). En ambdós casos s'observa com té lloc una reorganització, és a dir, modificacions en els circuits neurals i significatives conseqüències a nivell funcional (117,125,127,132).

#### **1.5.4. Plasticitat i mecanismes de recuperació de la funció**

Quan es produeix una lesió en el cervell adult existeixen, de forma immediata i al llarg del temps, fenòmens de caire degeneratiu i reparadors.

A la mort cel·lular s'hi afegixen **efectes indirectes** de la lesió a través de dos esdeveniments que produeixen la interrupció temporal de la funció neuronal tot i que, un cop es resolen, en permeten la seva ràpida recuperació (125,126,129). Aquests són:

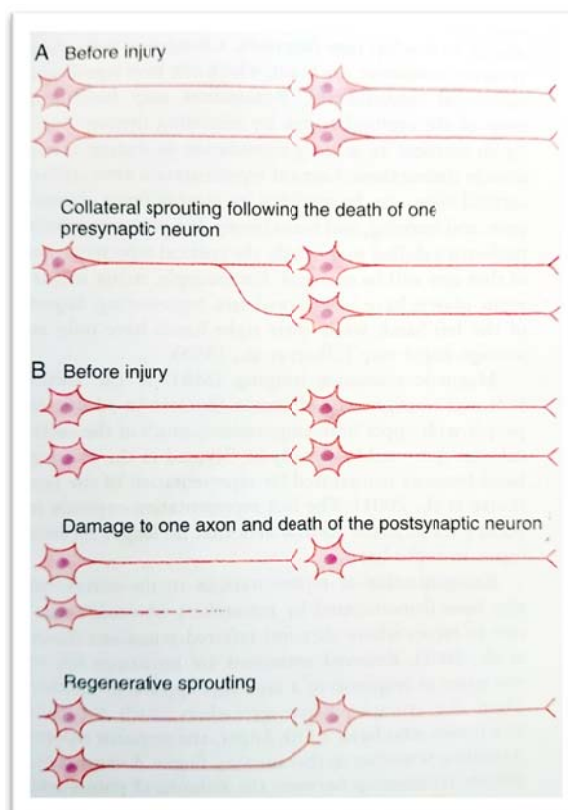


- a. **Edema cerebral:** l'edema local, localitzat al voltant de la lesió primària, pot portar a la compressió dels axons de la zona i bloquejar-ne la seva conducció. Un cop l'edema disminueix, la conducció es restableix (125,126,129,133).
- b. **Diasquisi:** va ser descrita per Von Monakow, a principis del segle XX, com el procés que dóna lloc a una supressió temporal de les funcions d'estructures intactes (p.ex. tàlem ipsilateral o cerebel contralateral) a causa de la pèrdua d'inputs provinents d'àrees lesionades llunyanes però relacionades funcionalment. En molts casos, amb el temps, es recuperen els nivells d'activitat neural normals (117,126,134).

En el pacient amb ictus està demostrat que es produeixen canvis a nivell anatòmic, sigui als voltants de la zona infartada sigui a àrees llunyanes de la lesió (117,127,130). Així doncs, la reorganització que té lloc en la xarxa neural existent no depèn exclusivament de la localització i extensió de la lesió sinó dels efectes de les àrees llunyanes, fet possible gràcies a les connexions estructurals entre la zona de la lesió i altres regions cerebrals (132). A l'inici es produeix una disminució de l'excitabilitat cortical degut, entre d'altres, al fenomen de la diasquisi i també al desús de l'extremitat o parts del cos afectades (117,126,134).

Pel què fa a la recuperació de la funció neuronal provocada pel **dany directe**, la plasticitat pot produir-se a diferents nivells i per diferents mecanismes neuroplàstics, entre els quals destaquem:

- a. **Canvis en les sinapsis** com són un augment de la seva eficàcia o el desenmascarament (desinhibició) de sinapsis prèviament silents en sinapsis actives, cosa que permet que vies paral·leles a la lesionada, zones al voltant de la zona infartada (penombra) o bé, les àrees homòlogues contralaterals puguin assumir les funcions alterades (125,126,129,133).
- b. La **regeneració axonal** o sinaptogènesi regenerativa o brots regeneratius (*sprouting*) on el mateix axó lesionat emet una nova gemmació cap al seu objectiu a innervar (una neurona, un múscul o una glàndula) (Figura 9). Té lloc, principalment, en les lesions del sistema nerviós perifèric i, tot i així, la recuperació és lenta, aproximadament 1 mm de creixement del *sprouting* al dia (125,126,129).



**Figura 9.** *Sprouting* axonal.

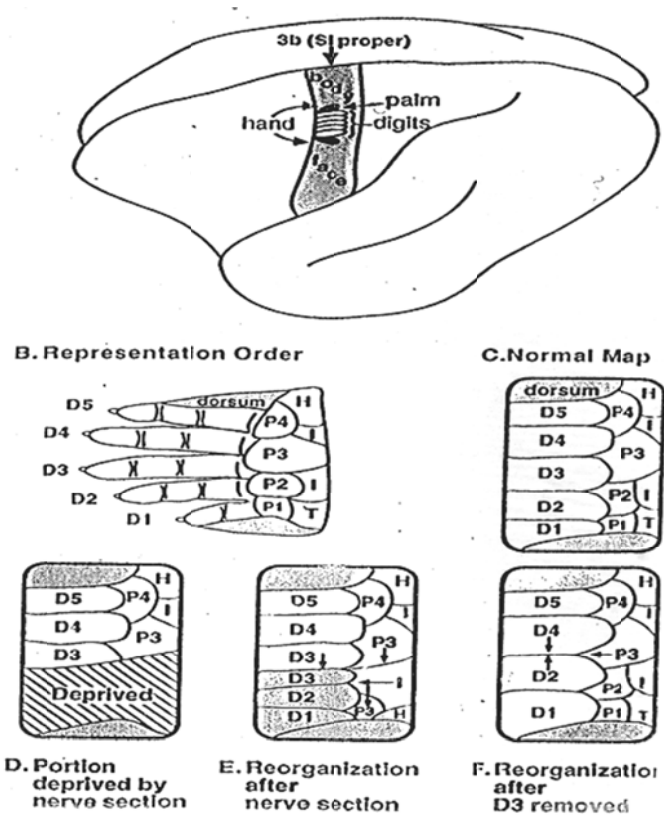
A) *Sprouting* col·lateral, B) *Sprouting* regeneratiu

**Font:** Lundy-Elkman L. Neuroscience. Fundamentals for rehabilitation, 2013 (125)

- c. La **colateralització** o *sprouting* colateral o sinaptogènesi reactiva es produeix quan des d'axons sans veïns al lesionat s'emeten noves ramificacions per ocupar l'espai sinàptic deixat per l'axó lesionat (Figura 9). Es formen noves sinapsis que reemplacen a les que s'havien perdut (125,126,129).
- d. La **neurogenèsi** consisteix en la producció de noves cèl·lules del SNC (neurones i cèl·lules de la glia). Actualment s'afirma que, més enllà de l'edat de desenvolupament, existeix, tot i que en menor mesura, un augment de l'activitat de les cèl·lules mare o precursors en l'adult (existeixen evidències de neurogenèsi al bulb olfatori, a l'hipocamp i a diferents àrees corticals) i després d'una lesió cerebral. Aquestes cèl·lules proliferen a la zona subventricular per després migrar cap a la zona lesionada a on s'han de diferenciar entre neurones i glia i assumir els seus respectius rols (126,129,133). Les investigacions actuals es dirigeixen al com i el perquè té lloc i a la creació d'un entorn propici per la supervivència un cop han arribat a la zona així com si aquestes cèl·lules precursors poden ser útils pel tractament de lesions neurològiques i patologies neurodegeneratives (125).

- e. La **reorganització funcional del còrtex cerebral** es produeix constantment davant dels inputs sensorials, de les experiències i activitats, dels aprenentatges i també de les lesions cerebrals. Per tant, els mapes corticals es modifiquen sigui en la persona sana com en el cas de lesions del SNC (p.ex. ictus) o de caire perifèric (p.ex. lesió nervi medià o per amputacions). Diferents estudis demostren que un cop la tasca ha estat apresada, els canvis en els mapes corticals persisteixen en el temps (125,126,129).

Merzenich i Kaas (135) van realitzar la secció del nervi medià de la mà d'un mico. Al cap d'uns mesos van observar que a l'escorça sensitiva primària (àrees 3b i 1) es produïa una reorganització com a resposta a la lesió nerviosa ja que el territori innervat prèviament pel nervi medià després havia estat ocupat per àrees veïnes corresponents a la innervació dorsal de la mà (zones de la mà sanes i utilitzades pel mico durant el període de temps de l'estudi). Les conclusions extretes d'aquest estudi van ser que la modificació o reorganització somatotòpica ha estat deguda a una competència territorial basada en l'ús o entrenament (Figura 10).



**Figura 10.** Reorganització topogràfica de l'àrea somatosensorial a un cervell de mico.

Font: Merzenich MM, et al., 1983 (135)

S'ha evidenciat una ràpida reorganització cerebral causada per la pèrdua d'inputs motors i sensorials que té lloc durant la immobilització de l'extremitat superior. Es produeix una disminució en el gruix de la substància gris cortical de M1 i del còrtex somatosensorial de l'hemisferi contralateral. També té lloc un augment de les mateixes zones de l'altre hemisferi, degut a l'ús de l'extremitat sana (136).

Així doncs, primer en animals i després en humans, es va observar com les experiències més enriquidores, aquelles formades per altes interaccions socials, estimulació sensorial i activitat física, produïen majors canvis a nivell cortical (117,127,130).

### **1.5.5. Repercussions clíniques: plasticitat i ictus**

Si la persona està sana i en edat de desenvolupament existeix un major potencial per dur a terme aquesta reorganització (107,126). El cervell adult ha estat modelat per un gran nombre d'experiències al llarg de la vida essent, amb el pas del temps, més difícil de modificar i, sobretot, de generar noves cèl·lules (126,133).

Les persones que pateixen una lesió, com és el cas de l'ictus, poden presentar alteracions en qualsevol dels elements del CM, inclosos en els processos de caire cognitiu. El pacient pot presentar dificultats per seleccionar, iniciar, efectuar i corregir els moviments (124). La planificació i anticipació del moviment, la gestió dels errors (*error-monitoring*) i l'atenció tenen molta influència en l'actuació o comportament motor (*motor performance*) (8). Degut a l'alteració en l'arribada de les informacions d'entrada aferents, l'individu amb patologia presenta una restricció de les seves experiències amb una pèrdua o disminució de les funcions tals com el caminar, la capacitat per manipular i tocar objectes, etc... Les informacions aferents i les experiències s'ha vist que són, justament, responsables de la reorganització (107,117). En canvi, en rehabilitació s'ha investigat amb poca profunditat sobre els beneficis dels processos d'anticipació que modulen l'execució motora (8).

La reorganització no es dona únicament per l'augment de l'activació neural a través de l'ús i per la repetició sinó per la rellevància en l'activitat que el subjecte dona a l'estímul, prestant-hi atenció, respecte a d'altres (8,126). Per obtenir la reorganització s'ha vist que és insuficient la repetició d'una tasca i que la plasticitat depèn de l'aprenentatge. La mateixa tasca sense que suposi al subjecte un aprenentatge no implica cap canvi en la morfologia neural o en els mapes corticals (117).

La reorganització pot ser adaptativa (resposta correcta de l'organisme a la patologia) o maladaptativa (reorganització incorrecta que es pot manifestar amb respostes anòmales eferents com trastorns en el moviment, manifestacions doloroses, etc...) (125,129,134). La naturalesa i la durada de les experiències poden determinar la seva influència en la reorganització cerebral, donant resultats beneficiosos o perjudicials (70,117,122).

Tot i que després de la lesió es produeix la recuperació espontània, aquesta sol ser limitada i insuficient per poder recuperar l'estat funcional previ (133,137).

Les metodologies en fisioteràpia han de tenir en compte tots aquestes evidències científiques adequant l'exercici o tasca a les possibilitats motores del pacient i no confiant en la sola repetició de l'exercici sinó plantejant i introduint novetats. Aquestes novetats han de permetre incrementar progressivament la complexitat de l'exercici, amb la implicació de l'aprenentatge (52,70,138). La recerca en neurociències ha demostrat que per obtenir canvis estables en el còrtex cerebral és necessari que la persona adulta mostri atenció cap a l'estímul i que activi la memòria de treball, cosa que porta a plantejar al pacient tasques que requereixin l'activació d'aquests processos cognitius (aprenentatge) (8,138). Alhora, caldria considerar la resta de factors per l'aprenentatge motor. (Apartat 1.2.5.1)

Les representacions de les àrees corticals o mapes corticals es modifiquen en funció de les informacions aferents, de les experiències i de l'aprenentatge. Aquests elements són molt rellevants per entendre com promoure la recuperació en casos de lesió (117,122,125,127). Evitar un excés de precocitat a l'inici del tractament així com d'intensitat i de quantitat de teràpia, sobretot durant el primer període, també influeix en la recuperació de la funció (52,125,126). D'altra banda, l'actuació terapèutica esdevé bàsica ja que si aquest no la rep durant varis dies, setmanes o mesos això porta a uns canvis cerebrals que reflecteixen el desús i perjudiquen a aquests pacients (126,139).

La neuroplasticitat, en l'àmbit de la rehabilitació, representa el mecanisme que permet comprendre els efectes de les actuacions terapèutiques per la recuperació de les alteracions del control motor (117,126).

## 1.6. TRACTAMENT BASAT EN L'APRENTATGE MOTOR EN L'ICTUS

### 1.6.1. Coneixements de neurociències en l'àmbit clínic

Actualment, en el camp de la rehabilitació post-ictus de l'ES, existeixen multitud de metodologies o tècniques de rehabilitació basades en els coneixements sobre neuroplasticitat i aprenentatge motor per la millora del moviment alterat (70,73). El tractament es pot dur a terme gràcies a l'existència de la plasticitat del sistema nerviós, la qual proporciona una flexibilitat en els substrats neurals que permet assumir les propostes de tractament per la modificació de les representacions corticals (còrtex sensomotor de l'hemisferi lesionat), dels moviments més complexos i dels PC juntament amb els guanys funcionals de l'ES parètica (124,130,140). Per tal d'afavorir les capacitats adaptatives plàstiques de les estructures cerebrals esdevé important aportar experiències al pacient (117,126,127,130,140). L'aprenentatge motor porta al *sprouting* de dendrites, a la formació de noves sinapsis, modifica sinapsis existents, etc (27,70).

Així doncs, la revolució neurològica que s'està produint amb els actuals coneixements en neurociències aporta noves expectatives per poder tractar aquests pacients (75). Desenvolupar i aplicar teràpies que considerin aquests coneixements i entendre com les teràpies actuen sobre els substrats neurals, a partir dels quals obtenir els millors resultats, esdevé crucial per la nostra pràctica clínica (68,69,75). Cal que el terapeuta, a més, tingui en compte diferents variables que poden influir en la capacitat de millora del pacient com són l'edat, el temps transcorregut des de l'ictus així com la localització i extensió de la lesió cerebral, entre d'altres (52,141).

En els últims anys, tot i l'augment de la recerca en ictus en l'àmbit de la fisioteràpia, l'heterogeneïtat dels estudis en relació a la metodologia (durada, dosi, aplicació de la teràpia, tipus d'instruments de mesura...) i a la mostra (a vegades, també escassa) dificulta la comparació entre les diferents intervencions terapèutiques i, com a conseqüència, no existeix una guia clara sobre quina intervenció és millor, si és que realment una preval més sobre les altres (27,73,106,142). D'altra banda, sí que es recomana, de forma general, que la intervenció es dugui a terme amb tasques específiques de forma precoç, intensa, repetitiva, individualitzada i amb *feedback* extrínsec durant el moviment o tasca (52,70,73,106,141). Existeix consens en què diferents intervencions poden ser beneficioses per la recuperació del moviment i per la funcionalitat post-ictus així com en la necessitat de més investigació que permeti una millor comparació i implementació d'estratègies que

optimitzin la transferència dels coneixements científics en l'àmbit clínic (73,106,141). Per últim, aquestes estratègies haurien de presentar una bona relació cost-efectivitat per poder ser accessibles i aplicades per la majoria dels fisioterapeutes (73).

### **1.6.2. Fisioteràpia i aprenentatge motor en l'ictus**

A continuació s'aporta una descripció d'algunes de les intervencions terapèutiques basades en els coneixements de neurociències i més utilitzades, en l'actualitat, en l'àmbit de la fisioteràpia del pacient adult:

Concepte Bobath: creat a finals dels anys 40 per Karel i Berta Bobath, neuròleg i fisioterapeuta, respectivament (143). La seva aparició va suposar un canvi en aquella època ja que proposava recuperar la funció de l'extremitat afectada oposant-se a les estratègies compensatòries de l'extremitat sana (144). Actualment, és la proposta terapèutica més estesa i coneguda en l'àmbit de la neurorehabilitació del pacient adult o infantil (144,145) malgrat l'escassetat d'evidència científica sobre la seva eficàcia en comparació sigui amb la fisioteràpia convencional o sigui amb d'altres abordatges terapèutics (142,145,146). No es tracta d'un protocol de tractament sinó d'un enfocament terapèutic neuromotor basat en els coneixements del control i aprenentatge motor, la plasticitat del SNC i en aspectes musculars i biomecànics. Estudia el moviment normal i amb el tractament es pretén aconseguir aquell moviment més òptim per la funció amb el menor esforç possible. Un altre terme és el "to postural" i, sobretot, el "mecanisme de control postural", entès com els processos necessaris per realitzar un moviment o mantenir una postura (143,147).

El concepte Bobath pren les seves bases neurofisiològiques del desenvolupament neuroevolutiu: al llarg del creixement del nen, el seu cervell madura i desenvolupa, gradualment, el mecanisme de control postural que inclou moviments automàtics o reflexes posturals com les reaccions d'adreçament, d'equilibri o d'adaptació del to muscular als canvis de posició (109,147). Els moviments voluntaris es desenvolupen sobre aquesta base automàtica i involuntària estipulada genèticament en el SNC (a nivell medul·lar i subcortical), mentre que les estructures corticals, generalment, inhibeixen aquests patrons de moviments automàtics i estereotipats (143,147).

La lesió neurològica central, com l'ictus, provoca l'alteració del mecanisme de control postural per una falta de control inhibitori cortical (109), fent aparèixer patrons de postura i de moviment anormals i estereotipats com a conseqüència de presentar el to postural i la innervació recíproca anormal (incoordinació en la interacció muscular agonista-

antagonista) (143,147). Davant d'això, el concepte Bobath es basa en la idea que la modificació dels patrons posturals anormals afavoreix el restabliment del moviment normal i funcional gràcies a la reorganització que permet la plasticitat del SNC (109,147). Considera que els terapeutes poden influir en aquesta plasticitat a través d'estímuls externs específics i per la repetició dels components claus d'aquests patrons durant la realització d'activitats funcionals i amb la màxima participació activa del pacient amb el seu entorn. La pràctica de les AVD li ha de permetre experimentar l'ajustament postural i el moviment facilitant el seu aprenentatge. Prèviament al tractament, el concepte Bobath inclou l'avaluació dels patrons de postura i moviment que alteren el moviment normal així com de les circumstàncies que provoquen canvis en el to postural o estratègies compensatòries per aconseguir l'objectiu (143,147).

Algunes de les eines o estímuls que el terapeuta utilitza per facilitar la funció són la gravetat, la posició del cos i la seva alineació en relació a l'espai. Aquests s'apliquen en els anomenats punts clau de control que són zones del cos amb una densitat de receptors més alta (143,147). És a través dels punts clau que es pot influir en el to postural i facilitar el moviment així com orientar el pacient en la línia mitjana o bé, proporcionar estabilitat proximal. A més, s'incorporen tècniques com els patrons d'influència del to, la facilitació i l'estimulació tàctil i propioceptiva que aporten al pacient experiències de la sensació de moure's, considerades indispensables pel control i aprenentatge del moviment normal (143,147). La facilitació es defineix com l'ús d'informació sensorial aferent per millorar el rendiment motor. A través de la comunicació amb el contacte manual actiu terapeuta-pacient s'activen les aferències sensorials, els músculs o es guia el moviment. Les tècniques d'estimulació tàctil i propioceptiva s'apliquen per ajudar a mantenir la postura o moviment en cas de dèficit sensitiu o de to postural excessivament baix (143,147). Exemples de tècniques d'estimulació tàctil i propioceptiva són: a. *tapping* que s'utilitza per augmentar el to en determinats grups musculars; b. compressió i tracció de les articulacions amb una determinada alineació per estimular els receptors intraarticulars i, d'aquesta manera, aportar informació propioceptiva a nivell cortical i cerebel·lós o bé, a nivell medul·lar; c. transferències de pes i càrrega per afavorir la consciència corporal a través de les informacions que aporta l'alineació, la seqüència dels moviments, la coordinació, la força... que requereix una correcta transferència de forma repetida (143).

S'ha produït una clara evolució en el temps que ha fet que el concepte Bobath proposat pels Bobath s'hagi adaptat als estudis més actuals de neurociències i a les necessitats dels



pacients i de la societat actual, de manera que la idea simple de normalitzar el to postural com a preparació pel moviment normal ha deixat pas a un concepte més funcional que contempla la resolució de problemes relacionats amb d'altres aspectes com la participació de la persona en activitats amb significat (entrenament de tasques específiques) (143).

NOTA: Existeixen d'altres intervencions terapèutiques que no són d'interès del present treball perquè, o bé són molt poc utilitzades en la pràctica fisioterapèutica del pacient adult neurològic (Facilitació neuromuscular propioceptiva, concepte Affolter) o bé, s'apliquen, principalment, en el pacient d'edat evolutiva (Teràpia de la locomoció reflexa de Vojta, Le Metayer...) o bé, malgrat ser actuals, no són aplicades en l'àmbit de la fisioteràpia (Estimulació magnètica transcranial).

D'altra banda, es presenten una sèrie d'intervencions considerades innovadores i actuals com són:

Teràpia del moviment induït per restricció o *Constraint-induced movement therapy* (CIMT): malgrat que no s'ha demostrat la superioritat de cap intervenció terapèutica, en estudis de moderada-alta qualitat d'evidència sí que s'han trobat beneficis positius de la CIMT per la recuperació de la funcionalitat de l'extremitat superior en pacients amb ictus crònic (27,142,148).

La CIMT és una intervenció conductual que es basa en la teoria del “desús après” (*learned non-use*) del Dr. Taub d'inicis dels anys 80 en la que consideren que el “desús après” es desenvolupa en la fase inicial després d'una lesió del SNC, de manera que el pacient aprèn a evitar utilitzar l'extremitat afectada com a conseqüència del reforç negatiu obtingut dels intents fracassats per moure-la. Malgrat que, posteriorment, es recuperi la capacitat per moure l'extremitat, el desús es manté i s'utilitza en menor mesura l'extremitat. Aquesta definició s'ha anat millorant contemplant també factors estructurals i funcionals afectats per una lesió cortical o subcortical. S'inclouen aspectes com l'atenció, la motivació i la sensació d'esforç que afavoreixen l'adquisició de les habilitats motores del pacient (aprenentatge compensatori) i que es manifesten durant l'entrenament (149).

Consisteix en restringir l'ús de l'extremitat sana a través d'un cabestrell, manyopla o fèrula fent que el pacient realitzi, amb entrenament intensiu i repetitiu, activitats amb l'extremitat parètica durant el 90% de les hores diürnes durant 14 dies consecutius. D'aquesta manera, es busca que sobreutilitzi el cantó afectat i superi el “desús après” evitant recórrer a la

compensació del cantó sa (70,109,149). La restricció es pot retirar per la higiene i per aquelles activitats en què compromet l'equilibri. Les activitats són tasques funcionals com menjar, marcar un número de telèfon, entre d'altres, que s'han de realitzar en un període de temps determinat i repetir durant 15-20 minuts. La seva dificultat es va adaptant gradualment a les capacitats motores del pacient. Alhora, s'apliquen tècniques conductuals com les de reforç positiu i recompensa o bé, un contracte de conducta o l'ús d'un diari a on apuntar-hi l'ús del braç durant les hores en què no assisteix a la teràpia (149).

Considerant els coneixement sobre la reorganització cortical depenent de l'ús a nivell cerebral, s'ha evidenciat que la CIMT genera canvis estructurals i fisiològics persistents en el temps en pacients amb ictus (27,142).

Tot i així, aquests beneficis semblen no ser significatius en pacients aguts o subaguts, en els quals el no-ús de l'extremitat afectada és inexistent o mínim degut al poc temps de la lesió (150). Fins i tot en els pacients crònics a on s'ha demostrat la seva efectivitat, la CIMT no implica la recuperació del moviment com prèviament a la lesió malgrat que millori l'activitat funcional (149). Altres limitacions són que només és aplicable en pacients adults joves, amb parèsia lleu o moderada i sense problemes cognitius rellevants així com la dificultat d'adherència al tractament (70). A nivell clínic s'estan encarant aquestes limitacions a través de la CIMT modificada que consisteix en una sessió de 30 minuts de fisioteràpia i una altra sessió de 30 minuts de teràpia ocupacional durant 10 setmanes, període en el qual el pacient porta la restricció en el cantó sa o menys afectat durant 5 hores en el dies laborables (149). Tot i així, existeix la necessitat de més estudis per determinar els períodes i la intensitat que afavoreixin una millor recuperació post-ictus així com l'impacte sobre la qualitat de vida, el cost i la satisfacció del pacient (70).

El SNM s'activa en la realització de l'observació, de la imatge i de la imitació de l'acció, funcions importants per l'aprenentatge motor, entre d'altres (Apartat 1.2.3) i, alhora, estratègies de tractament proposades per la neurorehabilitació (20):

L'observació de l'acció implicaria l'activació d'un sistema motor similar a l'execució de la mateixa acció a través de crear una representació interna d'aquesta (20). Diferents estudis proposen la introducció de l'observació de l'acció en les sessions de fisioteràpia per la millora de la tasca observada, mostrant evidència de beneficis en la funció de l'extremitat superior en pacients amb ictus (60,151). És important que es combini la observació de l'acció amb la pràctica d'exercicis motors per tal d'obtenir majors resultats en la funció

motora i en l'activitat neural de les regions cerebrals que comprenen el SNM (20,60). L'observació representa una pràctica segura de la que se n'ha de seguir estudiant més per determinar millor els seus paràmetres d'aplicació (70).

Pràctica mental amb imatge motora: és un dels PC més utilitzats com estratègia de tractament. Tot i així, fins fa pocs anys, només existien estudis d'aplicació de la IM en individus sans i esportistes, i en canvi, era pràcticament ignorada en la rehabilitació neurològica. Actualment, existeixen diversos estudis que permeten demostrar les mateixes activacions cerebrals a través de l'ús de la imatge amb absència del moviment real i, per tant, el seu valor en neurologia i, en concret, en el pacient amb ictus (62,63,74).

En relació al moviment, s'estudien dos tipologies d'imatges: la cinestèsica i la visual. Ambdues consisteixen en imaginar un moviment però en la cinestèsica es tracta que el subjecte l'imagini com si l'estigués realment sentint (imatge interna o perspectiva de primera persona) mentre que en la visual, l'individu imagina de veure el moviment des de fora (imatge externa o perspectiva de tercera persona) (62,63,74).

La investigació en l'àmbit de l'esport s'ha limitat més en l'entrenament mental mitjançant imatges visuals. D'altra banda, tenint en compte que el propòsit en els pacients amb ictus consisteix en aconseguir la recuperació del moviment voluntari i incidir, entre d'altres, en l'activació d'àrees premotors i motores, és preferible insistir en l'aspecte cinestèsic (20,64). Es demana als pacients amb dificultats en l'execució del moviment que, prèviament a realitzar-lo, imaginin i mantinguin la imatge del moviment durant l'execució, produint-se un control previ i simultani de les seves característiques (20,67). A més, és possible incrementar el número de repeticions i la dificultat de la tasca o del moviment del cos sense risc de fatiga física pel pacient, el qual la realitza de forma autònoma (152). Al realitzar-la, però, la separació entre cinestèsica i visual és més acadèmica que real, ja que són aspectes difícils de separar (62,63,74). És a dir, malgrat la implicació de diferents xarxes neurals per cada una d'elles, aquestes es poden activar simultàniament i estan estretament relacionades entre sí (153).

Cal tenir present els principis que regeixen l'evocació de la IM (63,68,139,154–156):

- a. El temps per l'execució d'un moviment a una determinada velocitat és igual o molt semblant al temps requerit per la imaginació del mateix.

- b. Els canvis autonòmics (augment de la freqüència respiratòria, cardíaca,...) provocats per la realització del moviment són molt semblants o iguals als canvis produïts per la seva imaginació.
- c. L'increment de la velocitat disminueix l'exactitud del moviment imaginat.

Dins de la xarxa neural implicada en la realització de la IM hi ha inclosa l'activació del SNM. A més a més, estudis recents estan demostrant que l'activació donada per la IM recau més en les àrees de planificació i preparació motora que en l'execució en sí mateixa, pròpia de l'activació de l'àrea motora primària. Tot i així, la realització de la IM implica una facilitació corticoespinal per la musculatura corresponent a l'acció imaginada (20,63,68,155) i, malgrat que amb algunes controvèrsies, també l'activació de l'àrea motora primària, avançant així una interpretació de M1 relacionada amb funcions cognitives, com per exemple, per l'anticipació de seqüències motores (63,157). La pràctica mental resulta en un augment en l'activació del cerebel, còrtex premotor, M1 i còrtex sensitiu, entre d'altres (27,63).

La IM representa una alternativa a la pràctica física ja que permet activar la xarxa neural responsable de l'execució dels moviments, alterats en el cas de pacients amb ictus, esdevenint un instrument important per la recuperació del pacient neurològic (63,68,74,158,159). Tot i això, falten evidències per relacionar quin tipus de pacient podria beneficiar-se'n més (160), ja que malgrat que certs aspectes de la IM poden afectar-se per la lesió i estar condicionats, per exemple, a les limitacions biomecàniques o cinemàtiques del moviment actual post-lesió, altres estudis no observen diferències entre subjectes sans i hemiplègics en la capacitat de simular una acció per resoldre una tasca motora plantejada (62,63,153). Es consideraria necessari avaluar la capacitat per generar imatges de cada pacient (27,161).

També resulta problemàtica l'heterogeneïtat existent en els protocols d'aplicació (forma d'administració, dosi, escales de valoració motora, entre d'altres) (152,160). En alguns estudis s'utilitza únicament la IM (162); en d'altres s'afegeix la pràctica de la IM al final de la sessió (163–166) després de realitzar el tractament convencional, amb o sense la guia d'àudio o del terapeuta; per últim, en altres (167,168), s'inclou en el mateix tractament en comparació amb un tractament sense l'ús de la imatge.

La majoria dels diferents estudis citats prèviament suggereixen que l'aplicació aïllada de la IM no és suficient i, en canvi, han observat que la seva inclusió en l'abordatge terapèutic

resulta beneficiosa en pacients amb ictus en les seves diferents fases (aguda, subaguda i crònica) (27,74,154,160,164). Alguns dels efectes demostrats per aquesta pràctica mental són: a. Reduir els dèficits motors i augmentar la utilització de l'extremitat afectada amb la millora de les AVD (163,164,169,170); b. Afavorir l'aprenentatge i la seva transferència en tasques no conegudes o entrenades (166,167); c. Proporcionar una major reorganització dels mapes corticals (139,171,172). A més, també incideix sobre aspectes cognitius com l'augment de consciència de l'extremitat en els casos d'ictus amb hemicnegligència (173) tot i que també s'indica que en alguns pacients pot generar fatiga i disminució de la concentració al final de la sessió (160).

Malgrat aquests efectes, existeixen crítiques respecte a la integració de la IM en els programes de rehabilitació ja que l'evidència aportada sobre la seva eficàcia en les sessions de fisioteràpia o teràpia ocupacional continua sent limitada (152).

La imitació no ha de limitar-se a la repetició d'una acció observada sinó que també pot implicar l'aprenentatge d'una nova capacitat motora mitjançant l'observació i la posterior capacitat per reproduir-la (14,21). L'aprenentatge es dona per 2 processos (14):

- Segmentar l'acció a imitar en cada un dels elements que la conformen.
- Donar significat a aquests segments d'actes en l'ordre més idoni i semblant a l'observada i realitzada.

La imitació és possible perquè el SNM s'activa sota el control d'altres zones corticals, com és la frontal. Aquesta influència frontal permet l'aprenentatge realitzant una recombinació dels diferents segments d'actes motors la qual permet obtenir un nova capacitat motora al màxim de semblant possible a l'observada (14).

D'aquesta manera, és possible incidir en la reorganització i recuperació de les funcions motores en patologies com l'ictus (20).

La teràpia mirall o *mirror therapy* va ser descrita pel neurofisiòleg Ramachandran i representa una altra estratègia de neurorehabilitació amb la implicació del SNM. Consisteix en la utilització d'un mirall, col·locat en el pla mig-sagital (línia mitjana) del pacient per tal que l'ES parètica quedi amagada i s'hi reflecteixi només la sana. El pacient observa la imatge de l'extremitat sana reflectida en el mirall tal i com si fos l'altra extremitat. El pacient ha de realitzar moviments amb l'extremitat sana i, per tant, té la impressió que l'extremitat afectada funciona i es mou (109,174). En una revisió Cochrane

del 2012 (175) es conclou que la teràpia mirall podria ser aplicada almenys com a intervenció addicional en pacients amb ictus, no existint evidència que pugui reemplaçar d'altres intervencions per la millora de la funció motora. També evidència beneficis en les activitats diàries però alertant que aquests resultats s'han trobat en una mostra limitada d'estudis.

Robòtica aplicada i realitat virtual: En els últims 20 anys han emergit noves tecnologies com la robòtica avançada i la realitat virtual (RV) amb l'objectiu d'afavorir l'aprenentatge motor. Per exemple, la RV, a través d'un *software* informàtic, augmenta el *feedback* sensomotor generant entorns tridimensionals multisensorials simulats a on el pacient s'hi involucra com si en prengués part (174,176). La rehabilitació amb robots consisteix en la utilització d'aparells motoritzats que permeten la mobilització de l'extremitat superior (o inferior, en el seu cas) i es divideixen en dues categories: a. exoesquelet automatitzat que mou les extremitats mitjançant el control del desplaçament de cada segment; b. dispositius que mobilitzen les extremitats des d'un punt distal i sense el control de cada articulació. Poden treballar bi o tridimensionalment i ser programats per realitzar mobilitzacions passives articulars, mobilitzacions actiu-assistides o bé, resistides (177).

Els estudis sobre la rehabilitació assistida amb robots per l'ES no són concloents. Es suggereixen beneficis en la funció del braç i en la transferència de les habilitats entrenades en les AVD quan aquesta s'aplica dins d'un programa de rehabilitació complet. Tot i així, es requereixen més estudis per conèixer aspectes com la quantitat d'entrenament o les característiques del pacient que se'n pugui beneficiar en major mesura així com els mecanismes neurofisiològics que expliquin aquests efectes. Probablement, la intensitat i la repetició precisa dels exercicis faciliten la recuperació (70,177).

La millora dels aparells també afavorirà la seva eficàcia. Tot i així, n'existeixen pocs al mercat cosa que restringeix el seu accés pel fisioterapeuta. A més, els preus així com la resistència del professional i del pacient a utilitzar aparells tecnològics moderns en limiten la seva aplicació (177).

L'entrenament amb robot pot combinar-se amb l'ús de la RV (27).

Des de l'entrada dels videojocs en la rehabilitació neurològica pels seus efectes positius observats en l'ES i la postura, aquests s'han anat provant de forma creixent, cada cop més sofisticats i dedicats a les alteracions motores i cognitives del pacient hemiplègic (177).

Hi ha diferents tipologies de RV, des de les gens (com els videojocs) a les total immersives, en funció del grau de desconnexió amb l'entorn real, un cop el pacient està immers i interactuant en l'entorn virtual. Paral·lelament, la complexitat de la tecnologia i de material per dur a terme la RV (diferents pantalles, ratolins d'ordinador...) depèn de la tipologia escollida (70).

Aquesta metodologia permet programar de forma sistematitzada la intensitat de l'exercici a les capacitats del pacient i el tipus de *feedback* a subministrar en la interacció (visual, auditiu, a vegades tàctil) (27,70,177). Els programes de RV estan dissenyats com a tasques específiques, significatives i motivadores pel pacient, factors determinants per l'aprenentatge motor (27).

Existeix una evidència molt limitada sobre la seva efectivitat en la funció de l'ES i en les AVD en comparació amb la teràpia convencional. S'han fet encara pocs estudis de qualitat metodològica alta que permetin confirmar-ne els seus efectes (27,70,178).

La RV representa un original i prometedor abordatge en neurorehabilitació amb un elevat cost econòmic que requereix de més estudis per desenvolupar programes per tasques funcionals específiques i que permetin induir una millor reorganització cortical en el pacient (27).

## 1.7.LA REHABILITACIÓ NEUROCOGNITIVA

### 1.7.1. La teoria Neurocognitiva

Dins de les actuacions terapèutiques que es basen en els coneixements sobre l'aprenentatge motor o la neuroplasticitat s'hi inclou un abordatge rehabilitador proposat pel neuròleg Carlo Perfetti i anomenat Exercici terapèutic cognoscitiu (ETC). En l'àmbit de la literatura científica també es coneix com *Cognitive Sensory Motor Training Therapy* (CSMTT) o directament abordatge Neurocognitiu ja que s'engloba en la teoria Neurocognitiva de la rehabilitació (179–182). Tal i com el mateix nom diu, relaciona els elements biològics de la neurologia (cervell, nervis,...) amb els processos més abstractes de la cognició. Va iniciar a forjar-se a finals dels anys 60 i inicis dels 70 a través de l'estudi del pacient amb dany cerebral i amb hemiplegia (179,180). Tradicionalment, i sobretot en els inicis, es va relacionar amb la recuperació de la mà ja que Carlo Perfetti va identificar que aquesta no recuperava de la millor manera i es va plantejar possible hipòtesis sobre aquest comportament, entre les quals la relació entre la gran capacitat tàctil de la mà i el moviment van esdevenir el centre de l'estudi. Posteriorment, les seves aplicacions s'han ampliat essent un abordatge utilitzat per qualsevol part del cos i per diferents patologies, siguin aquestes de caire neurològic (p.ex. esclerosi múltiple (183) però, en especial, l'ictus (181,182)) així com també en traumatologia i en el dolor, àmbits en el qual n'han sorgit, recentment, d'altres publicacions científiques (184–186).

La **teoria Neurocognitiva** es basa en els processos que porten al coneixement i a l'aprenentatge. Considera que la qualitat de la recuperació de les funcions alterades del pacient a causa de la lesió, sigui de manera espontània com guiada per la intervenció terapèutica, depèn del tipus de PC activats i de la modalitat de la seva activació (179,180,187).

Els PC tals com l'atenció, la memòria, la capacitat de resoldre problemes, la capacitat d'imaginar... són fonamentals per permetre que l'home entri en contacte amb el seu entorn i relacionar-s'hi per poder conèixer i obtenir-ne informacions (50). Aquesta informació la podrà utilitzar en d'altres ocasions i, per tant, perfeccionar la seva actuació (179,180).

La teoria Neurocognitiva pretén relacionar la qualitat de recuperació del pacient amb el nivell d'organització del SNC, cosa que porta al terapeuta a treballar per aconseguir activar els nivells més alts d'aquesta organització. Això no significa infravalorar la recuperació espontània post-lesió però aquesta, en lesions mitjanament greus, sol quedar limitada a



capacitats organitzatives més elementals portant el pacient a moure's d'una forma grollera, de poca qualitat, amb la presència de compensacions i de moviments amb fragmentació reduïda, etc (44,180).

### **1.7.2. Principis bàsics de la teoria Neurocognitiva**

La teoria Neurocognitiva presenta 3 pilars basats en la teoria d'estudis de neurociències i sobre els quals es construeixen els exercicis terapèutics. Els 3 principis bàsics són els següents (179,180):

- El procés de recuperació entès com un procés d'aprenentatge en condicions patològiques.
- El moviment és un mitjà per conèixer.
- El cos interpretat com una superfície receptora d'informacions.

#### **El procés de recuperació entès com un procés d'aprenentatge en condicions patològiques:**

L'aprenentatge, des del punt de vista neuropsicològic, necessita la participació dels PC com l'atenció, la memòria així com de la intenció, la motivació, l'emoció... (39,56). Des d'un punt de vista neurobiològic, l'aprenentatge implica alhora modificacions plàstiques a l'escorça cerebral (126).

D'altra banda, davant d'una lesió com és l'ictus, aquests aspectes neuropsicològics i neurobiològics també es veuen modificats, de manera que els processos per la recuperació de les funcions alterades són molt similars als del mateix aprenentatge. Segons la teoria Neurocognitiva, aquest fet implica que, per tractar i recuperar el pacient, cal utilitzar l'activació dels processos neuropsicològics els quals són, justament, aquells que permeten el coneixement, l'aprenentatge i, per tant, els canvis biològics a nivell cortical (179,180).

Es considera la recuperació en sí mateixa com un procés d'aprenentatge en situació patològica. Perfetti i el seu equip consideren que la tasca principal del professional és justament l'ensenyança del pacient, l'actitud pedagògica vers a ell per obtenir-ne aprenentatges (179,180).

És el fisioterapeuta qui ha de tenir en compte tot allò que decideix en funció a haver interpretat correctament la patologia del malalt, els seus processos de recuperació i el moviment. La manera com ho planteja consisteix en proposar al pacient, abans d'iniciar qualsevol moviment, un problema anomenat cognoscitiu. Amb ell es pretén que el malalt

activi la part cognitiva determinada, aquella que li requereixi la dificultat i tipologia de problema, juntament amb la necessitat de sentir, desplaçar i/o moure de forma fragmentada el/s segment/s corporal/s a tractar (Figura 11) (179,180).



**Figura 11.** Exercici com a problema cognoscitiu: com està orientada en l'espai la figura "T".

**Autor:** Silvano Chiappin

La solució del problema cognoscitiu, per part del pacient, ha d'implicar l'activació de les capacitats organitzatives absent en la seva situació actual però considerades possibles de fer emergir mitjançant la pregunta del problema (179,180). Cal evidenciar que el pacient, de forma espontània, no sent la necessitat d'organitzar-se d'aquesta manera sinó que tendeix a utilitzar modalitats més bàsiques i automàtiques d'organització, que es tradueixen en moviments més grollers i alterats (44,180).

A més a més, per tal de poder resoldre el problema, cal que el pacient es plantegi l'anomenada hipòtesi perceptiva, és a dir, que anticipi (*feedforward*) allò que creu que sentirà o haurà de moure per poder donar la resposta i resoldre'l. Sigui durant com al final del moviment sempre té lloc el control entre allò que s'espera (*feedforward*) i allò que succeeix realment (*feedback*). El pacient elabora el control amb o sense ajuda del terapeuta. Tant la hipòtesi com el control impliquen activació de la cognició (179,180).

L'exercici és vist com una experiència pel pacient; és una experiència planificada i guiada en funció de les necessitats de recuperació de cada pacient (179).

El problema cognoscitiu, la hipòtesi perceptiva i el control o, també dit, comparació són els anomenats **instruments de l'exercici**, els quals han d'estar sempre presents en qualsevol

exercici terapèutic (179,180). A finals dels anys 90, Perfetti va incorporar com a instrument de l'exercici, la imatge motora. Aquesta, com la hipòtesi perceptiva, és una anticipació, però la IM permet accedir de forma conscient als processos de construcció de la hipòtesi perceptiva (180). L'estratègia de la IM afavoreix l'aprenentatge explícit (188). (Apartat 1.2.2)

Amb la finalitat d'aplicar la IM de la millor manera possible per cada pacient i segons les seves possibilitats, en l'ETC s'han descrit diferents modalitats d'evocació (189): partint des del mateix cantó afectat o bé, des del cantó sa, observant una 3<sup>a</sup> persona per poder imaginar-se les seves sensacions en un mateix, etc. A més, s'han establert 3 mecanismes per controlar la realització correcta de la IM per part del pacient durant l'exercici terapèutic (154,180): la descripció d'allò que imagina, el temps utilitzat i la modificació en el comportament del pacient.

El llenguatge o instruccions verbals del terapeuta en la utilització de la IM però també per l'observació i/o imitació de la acció, en els exercicis d'ETC, té un paper molt important (20,63,154). El llenguatge del terapeuta representa la guia (més important a l'inici de l'aprenentatge) per l'activació i correcció dels PC del pacient cap als aspectes interessants per la seva recuperació (63,154) i representa una estratègia de *feedback* extrínsec útil per l'aprenentatge motor (52,154).

### **El moviment és un mitjà per conèixer:**

Aquest principi contempla que el moviment és un mitjà per recollir i donar sentit a les informacions del nostre cos o entorn. Com a conseqüència, es produeix un canvi important en la finalitat terapèutica, la qual no va dirigida al moviment en sí, sinó al conèixer (179,180).

Per arribar a aquesta premissa, Perfetti va considerar els diferents estudis que apareixien a inicis dels anys 80, amb tècniques d'estimulació cerebral més avançades. Un dels rellevants és l'estudi dels autors Strick i Preston (190,191), els quals van anar més enllà de la concepció única i somatotòpica de Penfield, descobrint dues representacions de la mà a l'escorça motora del mico. A més a més, varen observar que cada una d'elles s'activava com a resposta a diferents aferències somatosensorials (al tacte o a la propiocepció). La importància d'aquests coneixements recau en la seva interpretació. Segons qui realitza el moviment o amb la intenció amb la qual aquest té lloc, s'activa una representació o bé una altra, malgrat que a ulls d'un observador extern pugui semblar el mateix moviment. Tot i

que els aspectes físics evidents siguin idèntics (graus articulars, musculatura reclutada...), la intenció o el context varia i, per tant, s'activen àrees corticals diferents. Existeix, doncs, una estreta connexió entre la contracció muscular, el context concret i l'espai en el què ens movem, aspectes que es relacionen amb la recollida d'unes determinades informacions aferents (43,180).

Més endavant, al 1986 amb l'estudi de Gould (192) sobre l'escorça motora com un mosaic de diferents àrees diferenciades de la mateixa part del cos, es reafirma la concepció de l'organització del moviment amb representacions múltiples en funció d'informacions específiques aferents.

Els coneixements actuals sobre l'organització motora, considerant el moviment com acció, a través d'un sistema d'activacions de diferents àrees que inclouen funcions motores, sensibles i cognitives (2,14), fonamenten també aquest principi de l'abordatge neurocognitiu. El moviment és vist com la capacitat del cos per modificar-se en relació al context i a l'entorn, recollint informacions del cos i/o dels objectes que permeten organitzar la seva relació amb el món. Com més es fragmenta el cos, major capacitat per obtenir informacions precises i adequades a cada cas (180).

### **El cos interpretat com una superfície receptora d'informacions:**

En l'àmbit de la teoria Neurocognitiva, el cos representa una superfície receptora d'informacions. Altres exemples de superfícies receptores serien la retina, la qual té receptors que porten informacions cap a les àrees del cervell responsables de la vista o la còclea que recull les informacions auditives,... La superfície corporal és la responsable de recollir les informacions tàctils i propioceptives, les quals arriben al lòbul parietal (179,180).

La característica diferencial de la superfície receptora corporal respecte a la resta és que aquesta és modificable gràcies a la capacitat per fragmentar-se, és a dir, per dirigir els diferents segments corporals en diverses direccions adequant el gest a la situació i a l'objecte. En el cas de patologia, com l'ictus, el pacient perd o presenta una disminució de la capacitat de fragmentació del seu cos, de manera que la finalitat terapèutica es dirigeix a poder recuperar-la ja que aquesta capacitat és indispensable per aportar al SNC les informacions necessàries per conèixer (179,180).

### 1.7.3. Interpretació neurocognitiva de la patologia

Les alteracions del pacient amb ictus poden ser variades, essent possible que abracin qualsevol dels aspectes que constitueixen l'acció: motors, sensitius i/o cognitius (Apartat 1.3.4). Aquests 3 aspectes són avaluats i la seva interrelació configura el **Perfil del pacient**. El perfil ha de permetre interpretar la patologia del pacient i comprendre el perquè es mou, coneix (donar sentit a la seva interacció amb l'entorn) i es comporta d'una determinada manera (180).

La interpretació de la patologia ha de permetre, posteriorment, preveure les possibilitats de recuperació així com planificar els exercicis terapèutics més adequats (180).

En l'ETC es defineixen les **alteracions motores** del pacient com l'Específic motor. Aquest, conjuntament amb altres dades relatives a les AVD, la marxa, les posicions que pot assolir i mantenir el pacient,... constitueixen el "Com es mou" del perfil del pacient (180).

En l'Específic motor s'hi desglossa i s'hi descriuen els aspectes que conformen la clínica més habitual, com és l'espasticitat i la pèrdua de fragmentació i de força muscular, des d'una aproximació neurocognitiva per la seva avaluació. Els elements a avaluar són: reacció anormal a l'estirament; irradiació anormal; esquemes elementals i dèficit de reclutament d'unitats motores (179,180,187).

#### Reacció anormal a l'estirament:

La reacció normal a l'estirament consisteix en un fenomen fisiològic, present en el subjecte sa, en què davant d'un estirament bruscat del tendó, es produeix l'activació del reflex osteotendinós i la musculatura reacciona contraient-se amb finalitat protectora. A la mobilització passiva es percep una resistència normal a l'estirament que evita el sobreestirament muscular (179,180).

En el pacient, aquesta resistència a l'estirament esdevé anormal perquè, habitualment, apareix augmentada en estiraments de velocitat lenta i de poca intensitat (espasticitat). Aquest fet implica que no es pugui arribar a la màxima excursió del moviment sense trobar més o menys resistència així com quan s'abandona l'extensió passiva, la part del cos implicada (p.ex. l'índex) i, a vegades, també d'altres parts (p.ex. el canell) retornen ràpidament cap a la posició inicial. En els casos d'hipotonia, la reacció a l'estirament està disminuïda anormalment (179,180).

Horak i Nashner (193) van comprovar com aquestes respostes reflexes medul·lars, rebent la influència de centres superiors del SNC, podien ser modificables, demostrant que el reflexe no depèn únicament de la medul·la sinó que està també integrat en esquemes motors superiors, amb una elaboració més complexa. D'aquesta manera, si se li demana al pacient d'estar atent cap al desplaçament del segment implicat (p. ex. índex) i de reconèixer a quina posició en el recorregut de flexo-extensió se li ha col·locat el dit, la resposta inicial exagerada disminueix en intensitat i/o en el seu llindar d'aparició (179,180,187).

Des del punt de vista neurocognitiu, com a element pronòstic per la recuperació esdevé més important la capacitat del pacient per poder controlar la reacció anormal mitjançant l'elaboració d'informacions a nivell cortical (amb activació dels PC) que no pas l'angle o la intensitat en què apareix la mateixa reacció, ja que aquesta depèn de varis factors tals com la gravetat del quadre, del múscul implicat, de la complexitat de l'exercici, entre d'altres (179,180).

#### Irradiació anormal:

La irradiació normal és un fenomen fisiològic en què la contracció voluntària d'un grup muscular determina una contracció d'altres grups musculars connectats funcionalment per complir una acció determinada. A diferència del subjecte sa, en el pacient hemiplègic, la musculatura irradiada i la intensitat de la irradiació no s'adapten a la tasca a realitzar. Això significa que l'ordre d'activació i els grups musculars són sempre els mateixos davant de qualsevol moviment i la seva activació es realitza en temps diferents a la que es produeix en els esquemes normals, donant lloc a esquemes idèntics sense cap tipus de variabilitat (sinèrgies musculars anormals o primitives). La irradiació anormal pot desencadenar-se a través d'activitats motores voluntàries des del mateix hemicòs afectat, des del cantó sa o bé, per activitats automàtiques o reflexes com badallar (179,180).

La seva aparició indica que la tasca que se li requereix al pacient supera les seves capacitats actuals de manera que el SNC compensa recorrent a nivells d'organització més elementals d'elaboració motora (179,180,187).

Des del punt de vista neurocognitiu, es valora la capacitat d'organització més complexa del SNC a través de la resolució de tasques o problemes cognoscitius que impliquin l'activació dels PC (179,180,187).

### Esquemes elementals:

Perfetti utilitza aquest terme per referir-se a aquells moviments voluntaris grollers, poc refinats i que representen els primers intents d'organització motora post-lesió. Indiquen una organització elemental, amb circuits de poques sinapsis, que dona lloc a esquemes motors estereotipats que el pacient activa, malgrat ser capaç d'organitzar-se de forma més complexa. El resultat és que el pacient es mou de forma poc variable, adaptable i amb una reducció de la fragmentació amb la consegüent alteració en la recollida d'informacions aferents (179,180,187).

Des del punt de vista de la teoria Neurocognitiva es considera important que el pacient no utilitzi aquests esquemes en les activitats diàries per poder introduir organitzacions més complexes del SNC (179,180).

### Dèficit de reclutament d'unitats motores:

El reclutament muscular consisteix en l'activació d'un cert nombre d'unitats motores (nombre de fibres musculars innervades per una mateixa motoneurona) en relació a la tasca a realitzar (179,180).

La lesió de les vies descendents (p.ex. feix piramidal), com en el cas de l'ictus, determina dues tipologies de dèficit de reclutament d'unitats motores (179,180,187):

- Quantitatiu: es produeix l'activació d'un menor nombre d'unitats motores, implicant una disminució de la intensitat de la contracció muscular (dèficit de força muscular).
- Qualitatiu: fa referència a la freqüència de descàrrega de les unitats motores (ordre d'activació que determina aspectes qualitatius).

La incapacitat del SNC per regular la intensitat i el tipus de contracció muscular en funció de la tasca portarien al pacient, de forma espontània, a moure's compensant i amb l'aparició d'elements patològics com són les irradiacions anormals o bé, els esquemes elementals (179,180,187).

Des del punt de vista Neurocognitiu es valora la capacitat del pacient per moure's de forma correcta, sense compensacions i es busca una major organització per part del SNC a través de l'activació dels PC (179,180).

### **Respecte a les alteracions sensitives:**

L'avaluació de les alteracions de diferents tipologies de sensibilitat (tàctil, cinestèsica, de pressió...) serveix per comprendre la capacitat del pacient per recollir i/o elaborar cada una

d'aquestes informacions (179,180). Les dades obtingudes constitueixen el “Com reconeix” del pacient (180).

S'utilitza material amb textures, densitats o pesos diversos així com la mobilització articular del propi cos del pacient per tal d'indagar si les alteracions dificulten l'elaboració d'operacions de caire de contacte o bé espacials. Les operacions de contacte fan referència al reconeixement (de més o menys dificultat) de textures, pressions, friccions, resistències o pesos mentre que les operacions espacials requereixen el reconeixement de direccions i distàncies (179,180). Ambdues són operacions cognoscitives que ha de realitzar el pacient durant l'exercici i que estan estretament relacionades amb la capacitat del sistema per organitzar-se i donar un significat a allò percebut (179).

L'ETC contempla l'avaluació de les diferents **alteracions cognitives** que poden influir en la forma de moure's el pacient i que alhora poden estar afectades per la lesió: (Apartat 1.2.4)

#### Com utilitza l'atenció:

En l'avaluació del procés cognitiu de l'atenció, és necessari diferenciar entre varies tipologies de processos atencional (atenció mantinguda, selectiva, dividida...) (57).

Per identificar les capacitats o dificultats presents en el pacient s'observa el seu comportament espontani així com el comportament durant el desenvolupament de l'exercici terapèutic. Cada exercici d'ETC requereix l'activació dels PC com l'atenció per tal de resoldre el problema cognoscitiu que se li planteja (180).

#### Com imagina:

La capacitat per imaginar un moviment pot resultar afectada en el pacient amb ictus (62,63,67). Representa un dels instruments de l'exercici en l'ETC (180) pel seu paper fonamental en la planificació, preparació motora i facilitació corticoespinal per la musculatura corresponent a l'acció imaginada (20,62,64) així com esdevé la guia sobre la qual es produeix la percepció en la interacció del subjecte amb l'entorn (180).

D'altra banda, a través d'algunes escales o qüestionaris i dels mecanismes de control per l'evocació de la correcta IM, cal valorar les capacitats i dificultats del pacient, sobretot, en les accions que impliquen l'hemicos afectat. És més freqüent trobar dificultats d'evocació de la imatge que es relacionen amb aquelles relatives al “com es mou”, “com reconeix” i “com utilitza l'atenció” (180).



### Com aprèn:

S'entén com aprenentatge els canvis permanents en el comportament. És possible que el pacient, un cop acabada la sessió de tractament, sigui capaç de realitzar una determinada acció o mantenir una postura de forma correcta o millorada, però cal comprovar si aquest comportament es manté en el temps i si, per exemple, el proper dia presenta, ni que sigui parcialment, alguns dels aspectes treballats (52).

Considerant que, segons la teoria Neurocognitiva, la recuperació és un procés d'aprenentatge, esdevé rellevant conèixer la capacitat del pacient per activar autònomament i transferir en el seu dia a dia aquelles estratègies treballades (180).

#### **1.7.4. Els exercicis terapèutics**

Un cop interpretada la patologia del pacient, cal portar a terme la intervenció terapèutica mitjançant els exercicis. Aquests es classifiquen en (179,180,187):

- Exercicis de grau 1
- Exercicis de grau 2
- Exercicis de grau 3

Les característiques de cada grau es relacionen amb els aspectes motors, sensitius i cognitius.

#### **En funció dels aspectes motors:**

La diferència entre ells rau en l'activació motora per part del pacient. En els de grau 1 és el terapeuta qui desplaça els segments corporals del pacient (corresponent a la mobilització passiva de relaxació articular); en els de grau 2, el pacient ajuda i col·labora en aquest desplaçament motor (corresponent a la mobilització actiu-assistida) i en els de grau 3, és el pacient qui únicament contrau i desplaça el seu cos (corresponent a la mobilització activa lliure). En tots tres graus, però, es requereix la participació del pacient referent a l'activació d'aquells PC adequats i en la manera com s'han d'activar per poder resoldre el problema cognoscitiu o tasca de discriminació que se li ha plantejat. D'aquí que cada un dels graus va dirigit al control i millora d'un dels elements de l'específic motor (179,180,187):

- Exercici de grau 1: per la reacció anormal a l'estirament
- Exercici de grau 2: per la irradiació anormal
- Exercici de grau 3: pels esquemes elementals

Tots tres graus són utilitzats per la recuperació del dèficit de reclutament d'unitats motores (força muscular), essent l'exercici de grau 1 el primer a ser proposat, sigui quan hi ha una absència d'aquest reclutament, sigui quan el pacient en presenta un dèficit important (179,180,187).

**En funció dels aspectes sensitius:**

Les informacions tàctils i cinestèsiques (ús de superfícies de diferent textura o bé, del moviment articular per la presència o absència del contacte o del moviment,...) poden ser utilitzades en qualsevol dels tres graus, mentre que les informacions de pressió (amb l'ús d'esponges de diferent densitat) o ponderals (amb l'ús de resistències o pesos així com el propi pes del cos) són exclusives dels exercicis de grau 2 i 3 (179,180).

Al mateix temps, aquestes informacions somatosensorials són objecte de tractament si es troben alterades per la lesió. Els exercicis de grau 1 són els més indicats pel treball de les informacions tàctils i cinestèsiques, tot i que aquestes es treballen en qualsevol grau. La resta d'informacions depenen dels exercicis de grau 2 i 3 (179,180).

**En funció dels aspectes cognitius:**

Tots els exercicis d'ETC, independentment del grau, són considerats exercicis actius ja que han d'implicar l'activació dels PC del pacient necessaris per resoldre el problema cognoscitiu que el terapeuta li planteja i d'aquí afavorir la recuperació del moviment alterat per la lesió. El pacient haurà d'avançar la hipòtesi perceptiva i fer la comparació corresponent, activant l'atenció, la memòria, la IM... La dificultat de l'exercici va estretament relacionada amb el nivell de processament cognitiu de la tasca de discriminació sensitiva o problema proposat, i no al grau de l'exercici terapèutic (179,180).

Considerant aquests tres aspectes (motor, sensitiu i cognitiu), amb els exercicis neurocognitius es treballa per aconseguir que el pacient controli els components patològics durant l'exercici però alhora l'exercici ha de servir per aprendre a aplicar aquest control i generalitzar-lo en el dia a dia. D'aquesta manera, s'observa com l'activitat mental que es requereix està vinculada a l'aprenentatge i produeix una important modificació del comportament des del punt de vista de la recuperació (180).



# **JUSTIFICACIÓ**



## 2. JUSTIFICACIÓ

Més del 75% de les persones que han sobreviscut al primer episodi d'ictus presenten l'ES afectada des de l'inici (75,89). La incapacitat per moure correctament l'ES és molt freqüent també més enllà de la fase aguda (94,95,104). Aquesta es deu a la dificultat, no només, per produir la força muscular necessària sinó per utilitzar el *feedback* somatosensorial que permet ajustar l'execució del moviment en relació a l'entorn o als objectes (94,95,104).

Destacar que l'ictus no només pot provocar alteracions a nivell físic (motor i sensitiu) sinó també a nivell cognitiu i emocional. Es donen problemes en el raonament, en la capacitat de resolució de problemes i presa de decisions, dèficits d'atenció, de memòria, alteracions del llenguatge, de la representació mental o de la capacitat per imaginar, etc...(44,84). Aquestes alteracions poden afectar negativament a la realització de les AVD (77,84).

Així doncs, pels professionals de la rehabilitació, el treball sobre l'ES es converteix en un dels reptes més importants. En l'àmbit clínic així com en el de la recerca, la majoria dels esforços s'han dirigit a les alteracions motores o de força muscular, malgrat l'alta prevalença de les alteracions sensitives i/o sensorials (estimacions del 50-85%) (102-104). Davant d'això es fa palesa la necessitat d'establir protocols de tractament dirigits a la població amb ictus, en concret, per l'ES, que integrin els aspectes motors, sensitius i cognitius susceptibles de quedar alterats però alhora, imprescindibles per dur a terme l'acció. Aquests protocols haurien d'estar basats en la FBE per facilitar el procés de presa de decisions dels fisioterapeutes (108).

De fet, en l'actualitat, existeixen diferents protocols que utilitzen metodologies de treball també sobre aquestes alteracions sensitives utilitzant estratègies com els ulls tancats, l'atenció per l'exploració i el *feedback* però els objectius d'aquests protocols estan orientats a la millora de la sensibilitat sense relacionar-la amb la seva influència en el moviment i en la funcionalitat de l'ES del pacient amb ictus (102,104,194). Per altra banda, existeixen diferents estudis amb protocols d'aplicació del procés cognitiu de la IM tot i que amb clares divergències en la metodologia utilitzada (forma d'administració, dosi, escales de valoració motora, entre d'altres) (152,160). A més, quan la IM s'aplica amb la fisioteràpia, la pràctica més freqüent consisteix en afegir-la com un tractament addicional i posterior a la realització de tasques (163-166).

Aquesta limitada actuació clínica i d'evidència científica no es correspon amb la importància d'una patologia tant prevalent com l'ictus i que genera multitud de repercussions físiques, psicològiques i econòmiques en els pacients, les seves famílies i en la societat en general (80,83,84).

En relació als coneixements científics sobre el moviment, aquest ja no ha de ser vist com el resultat d'una sèrie d'ordres motores que neixen a l'escorça cerebral motora sinó que els estudis amb tècniques de neuroimatge i electrofisiològiques més avançades han aportat una nova visió d'aquest i, com a conseqüència, també del seu abordatge en rehabilitació (14). Així doncs, el moviment és el resultat de l'organització i activació de diferents estructures, les quals constitueixen el sistema motor. Aquestes es localitzen en diferents zones de l'encèfal (escorça motora, sensitiva, visual, cerebel, sistema límbic...), treballant en sèrie i en paral·lel, de forma recíproca, per obtenir moviments coordinats i funcionals així com altres funcions de caire més cognitiu com són la imitació, la comprensió de la gestualitat i la intenció de les accions dels altres, etc... Aquestes funcions emergeixen de les activacions del SNM, el qual representa una forma per accedir al sistema motor, trencant amb la concepció clàssica de processos típicament cognitius per passar a formar part del mateix sistema motor (14,53). El seu descobriment ha revolucionat el panorama científic ja que el substrat neural que constitueix el SNM permet unificar la percepció i l'execució de l'acció (2), fet que implica conseqüències clíniques molt rellevants. Aquesta rellevància justifica realitzar un aprofundiment del tema per tal de comprendre millor com actuen a nivell teòric però alhora a nivell pràctic, a través de l'aplicació clínica de l'esmentat protocol. Varis estudis consideren l'observació de l'acció, la imatge motora i la imitació com a formes d'aprenentatge motor i com a estratègies terapèutiques a introduir en l'àmbit clínic per la recuperació de la funció en pacients amb ictus (20,60,63,68). Tal i com ha estat comentat anteriorment, s'han realitzat diferents estudis, sobretot amb la IM, els quals però mostren heterogeneïtat en la seva aplicació i poca relació amb l'exercici terapèutic que es realitza en les sessions habituals de fisioteràpia.

En aquest context, el protocol que es planteja en el present treball contempla la necessitat de conèixer el funcionament i les relacions d'aquestes estructures i funcions. En el cas de patologia com l'ictus, aquest coneixement permetria identificar quina/es fase/s i/o mecanisme/s del control motor estan alterats per poder incidir-hi amb el tractament més adequat amb estratègies que facilitin el seu aprenentatge.

Existeixen varies intervencions terapèutiques per la recuperació del control motor i la funcionalitat post-ictus. Malgrat el consens sobre el seu efecte beneficiós, s'ha evidenciat la necessitat de més investigació que permeti una millor comparació i implementació d'estratègies que optimitzin la transferència dels coneixements científics en l'àmbit clínic (73,106,141). D'altra banda, cap intervenció ha demostrat ser superior a una altra de forma clara com per esdevenir el tractament de referència (27,73,106). Tot i així, les metodologies terapèutiques més actuals, totes elles, es basen en coneixements relacionats amb les capacitats plàstiques del sistema nerviós i els factors necessaris per l'aprenentatge motor. Aspectes com les informacions aferents i les experiències, responsables de la reorganització (107,117), la proposta precoç de tasques concretes, la repetició,... així com també l'activació de les funcions esmentades del SNM afavoreixen la recuperació de la funció amb l'obtenció de moviments coordinats, per sobre d'estratègies compensatòries (20,28,51,52).

La concepció que el SNC és plàstic i modificable permet dirigir la teràpia cap a la recuperació de la funció a través de l'activació dels processos originals, és a dir, d'aquells existents abans de la lesió (27,52).

Així doncs, davant de l'ampli ventall de propostes terapèutiques existents i considerant sigui la nova concepció del sistema motor així com el punt de vista de la recuperació com a opció d'abordatge en rehabilitació que dóna importància als aspectes qualitius del moviment, s'opta per enfocar la proposta de protocol d'avaluació i tractament i la seva aplicació a través de l'Exercici terapèutic cognoscitiu. Aquesta metodologia de treball, creada pel neuròleg Carlo Perfetti, es basa en la teoria Neurocognitiva de la rehabilitació (179,180), la qual recull, de forma organitzada a través dels seus principis bàsics, els coneixements i plantejaments exposats fins ara. Promou una recuperació de qualitat del pacient neurològic i, en concret, amb ictus, contemplant l'home que viu en un món que coneix o ha de conèixer a través del seu moviment coordinat i fragmentat i que, alhora, és a través d'aquest coneixement com aprèn i millora en tot moment. El mateix ha de succeir en el cas de patologia, a on el moviment deixa de ser coordinat i funcional, perdent la capacitat de la persona per conèixer i interactuar amb el món. Per recuperar-la, s'aposta per un aprenentatge explícit que ha d'esdevenir implícit en la seva pràctica repetida, a través de l'activació dels PC i adequant sempre la seva activació a les necessitats i capacitats organitzatives del propi pacient. A més, planteja l'avaluació dels diferents components de l'acció motora (aspectes motors, sensitius i cognitius) per tal de, posteriorment, en funció



del seu estat, abordar-los durant l'actuació terapèutica que inclou alhora, com a instrument integrat de l'exercici, les estratègies basades en el SNM.

Malgrat que, des dels anys 70, l'ETC s'ha aplicat extensament en la pràctica clínica, els seus beneficis clínics no s'han traspassat adequadament en l'àmbit científic degut a la falta d'estudis amb suficient qualitat metodològica que permetin demostrar-ne la seva efectivitat en el pacient neurològic.

Per concloure, la realització del present treball pretén aconseguir la transferència dels coneixements de l'aplicació de l'ETC en l'àmbit clínic cap al científic a través de la proposta d'un protocol d'actuació fisioterapèutica tant per l'avaluació com per la intervenció terapèutica de l'ES. El pas a l'inversa, de l'àmbit científic al clínic ha de permetre, mitjançant l'aplicació del protocol, apropar al fisioterapeuta a un món vist sempre des de la llunyania, facilitant-li la seva aplicació i repercutint, aquesta, en un benefici per la millora del moviment de l'ES en el pacient amb ictus.

**HIPÒTESI**

**i**

**OBJECTIUS**



### **3. HIPÒTESI I OBJECTIUS**

#### **3.1.HIPÒTESI**

En les actuacions de fisioteràpia, l'activació guiada dels processos cognitius cap a les informacions procedents del cos i de la interacció cos-objecte millora la qualitat i la quantitat del moviment de l'extremitat superior en pacients d'ictus en fase subaguda.

#### **3.2.OBJECTIU PRINCIPAL**

Avaluar, en les actuacions de fisioteràpia, l'efectivitat de l'activació guiada dels processos cognitius cap a les informacions procedents del cos i de la interacció cos-objecte per la millora de la qualitat i la quantitat del moviment de l'extremitat superior en pacients d'ictus en fase subaguda.

#### **3.3.OBJECTIUS SECUNDARIS**

OBJECTIU 1: Actualitzar els coneixements basats en l'evidència científica sobre la neurofisiologia de l'organització cortical del moviment en l'home i les seves repercussions en l'aprenentatge motor (subjecte sa) i en la pràctica clínica (subjecte amb patologia).

OBJECTIU 2: Actualitzar els coneixements basats en l'evidència científica sobre les actuacions terapèutiques que consideren els estudis en neurociències sobre l'organització motora cortical i la neuroplasticitat amb la introducció de funcions cognitives com l'atenció o la imatge motora per la millora del moviment en pacients amb ictus.

OBJECTIU 3: Elaborar un protocol d'actuació fisioterapèutica per l'extremitat superior basat en un abordatge neurocognitiu capaç d'adequar-se a les característiques motores, sensitives i cognitives de cada pacient.

OBJECTIU 4: Aplicar el protocol d'actuació fisioterapèutica i valorar la seva viabilitat i efectivitat com a eina de tractament per guiar la recuperació del moviment de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.

OBJECTIU 5: Debatre sobre les característiques i aplicació del protocol per consensuar-ne possibles millores.



**MATERIAL**

**i**

**MÈTODES**



## 4. MATERIAL I MÈTODES

### 4.1. REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES

El present treball s'ha anat elaborant en funció dels objectius plantejats. Per portar a terme els objectius secundaris 1 i 2 s'ha establert una metodologia comuna.

**OBJECTIU 1:** Actualitzar els coneixements basats en l'evidència científica sobre la neurofisiologia de l'organització cortical del moviment en l'home i les seves repercussions en l'aprenentatge motor (subjecte sa) i en la pràctica clínica (subjecte amb patologia).

S'ha realitzat una actualització dels coneixements existents sobre la representació del moviment en el còrtex cerebral, prenent rellevància els estudis sobre les neurones mirall.

Aquest aprofundiment ha permès indagar i aprofundir en el segon objectiu, portant a terme un aprofundiment de la pràctica clínica en relació als coneixements científics obtinguts.

**OBJECTIU 2:** Actualitzar els coneixements basats en l'evidència científica sobre les actuacions terapèutiques que consideren els estudis en neurociències sobre l'organització motora cortical i la neuroplasticitat amb la introducció de funcions cognitives com l'atenció o la imatge motora per la millora del moviment en pacients amb ictus.

Per ambdós objectius es va procedir a revisar la bibliografia a través de la consulta de diverses bases de dades com Science Direct, Pubmed, PEDro, *The Cochrane Library* i en el metabuscador Google Acadèmic.

Cada revisió bibliogràfica és el resultat de la realització de diferents cerques amb paraules clau o descriptors *Medical Subject Headings* (MeSH) combinats amb booleans.

En ambos objectius, s'han establert uns criteris de selecció dels estudis, inclouent estudis que fan referència a:

- La temàtica o patologia d'estudi (ictus).
- Població adulta.
- Afectacions, principalment, de l'extremitat superior tractades amb teràpies relacionades amb la fisioteràpia o amb l'activació dels processos cognitius, somatosensorials o motors.
- Estudis d'autors i de revistes científiques referents en la temàtica en qüestió.



Al llarg de les diferents cerques, s'han anat aplicant filtres, adaptats a cada base de dades, per tal de dirigir i acotar els resultats a l'interès de la revisió. Els principals filtres utilitzats són:

- Data o període de publicació de l'estudi: estudis a partir de l'any 2000, tot i que principalment en els últims 10 anys.
- Tipologies de l'estudi (principalment, assajos clínics, revisions sistemàtiques o bibliogràfiques) o de publicació (article en revista científica i/o llibre acadèmic).
- Estudi en humans (amb excepció d'aquells estudis realitzats en el mico en què posteriorment, s'han fet treballs també en humans, especialment en relació amb el sistema de les neurones mirall).
- Tòpics: dins del criteri d'inclusió de temes d'interès, s'acota en àmbits més concrets.
- Idioma: s'accepten en llengua anglesa, espanyola, italiana o francesa.
- Ordre de rellevància: en funció dels nombre d'estudis trobats, aquests es poden ordenar per rellevància.

Un cop aplicats els criteris i els filtres, s'ha controlat la possible duplicitat dels estudis, presents alhora en diferents bases de dades, per no ser comptabilitzats com a resultats més d'una vegada.

## 4.2.PROTOCOL NEUROCOGNITIU

OBJECTIU 3: Elaborar un protocol d'actuació fisioterapèutica per l'extremitat superior basat en un abordatge neurocognitiu capaç d'adequar-se a les característiques motores, sensitives i cognitives de cada pacient.

### 4.2.1. Planificació en l'àmbit de la Fisioteràpia basada en l'evidència

En el context de la FBE s'ha procedit a la planificació d'un protocol mitjançant l'ús estratègic cognitives per ser aplicat en les sessions de fisioteràpia amb l'objectiu general de la recuperació de l'ES afectada com a conseqüència d'un ictus subagut.

S'ha elaborat el protocol seguint la fórmula de la pregunta clínica **PICO**, plantejada a l'inici de l'estudi (fins i tot, procedent de la realització de la tesina prèvia) i de la qual n'ha emergit la hipòtesi i objectiu general de l'estudi:

**P:** Població afectada d'ictus subagut.

**I:** La intervenció d'estudi o alternativa a la convencional s'ha plantejat seguint les premisses de l'Exercici terapèutic cognoscitiu i de les estratègies terapèutiques basades en el SNM. Prèviament, en la literatura, no s'ha trobat un protocol ja establert com el que proposa el present treball. Per crear-lo, s'ha consultat a la literatura científica des de diferents vessants per obtenir idees i conceptes amb els quals construir un protocol basat en la FBE:

- a. S'han considerats els coneixements sobre la neuroplasticitat (117,125), el control i l'aprenentatge motor (5,52) exposats en la introducció i aquells adquirits a través de l'aprofundiment, posteriorment realitzat, i que ha donat com a fruit final les revisions bibliogràfiques pels objectius 1 i 2 del mateix treball. En elles s'hi tracten temes com el sistema de les neurones mirall, el seu rol en l'aprenentatge motor (objectiu 1) o bé, l'Exercici terapèutic cognoscitiu com l'abordatge neurocognitiu (objectiu 2) que considera, en la seva pràctica clínica, els coneixements actuals sobre els processos cognitius, els factors de l'aprenentatge motor o de la plasticitat del sistema nerviós en l'ictus, entre d'altres.
- b. S'ha completat amb estudis d'altres metodologies que utilitzen, per separat, protocols amb discriminació somatosensorial (102,194) o amb l'ús de les estratègies del SNM, i especialment, de la IM (63,160,172).

- c. S'han cercat estudis que, a través de tècniques de neuroimatge i les activacions cerebrals observades, fonamentessin la relació entre els aspectes motors, sensitius i/o cognitius (94,95,195,196).

L'experiència clínica i d'estudi, de la investigadora principal (IP), en l'àmbit de l'ETC ha permès conjugar els diferents coneixements per establir els principals aspectes operatius del protocol com, per exemple, els criteris de selecció dels exercicis segons l'estat de cada pacient amb una proposta de jerarquia de tasques, els elements del factor d'estudi i la modalitat d'execució de l'exercici.

**C:** Plantejament de dos grups d'intervenció. El grup experimental (GE) a on se li aplica la intervenció d'estudi i el grup control (GC) que també segueix un protocol de tractament, però sense el factor d'estudi, cosa que el converteix en la proposta de tractament convencional amb les mobilitzacions articulars tradicionals (1,109).

**O:** Els resultats es refereixen a la recuperació del control del moviment de l'ES. Per aconseguir-los, el protocol s'inclou en el desenvolupament d'un estudi pilot. L'estudi pilot es pot definir com "la posada a la prova de mètodes i procediments a petita escala per ser utilitzats a gran escala si l'estudi pilot demostra que aquestes mètodes i procediments poden funcionar" (197).

Un estudi pilot és sinònim d'estudi de viabilitat per tal de guiar la planificació d'una investigació de més envergadura per ser duta a terme amb garanties d'èxit. A vegades, els estudis pilots també pretenen avaluar la seguretat del tractament o intervenció; augmentar l'experiència clínica per identificar-ne aspectes com la dosi òptima de tractament o fer estimacions dels seus efectes; avaluar la potencialitat del reclutament o bé, avaluar la viabilitat de les relacions de col·laboració entre diferents centres per dur a terme la investigació (198).

Davant d'això i per l'obtenció dels resultats, es va plantejar el protocol seguint criteris de viabilitat i de repercussions clínico-terapèutiques.

#### **4.2.2. Criteris de viabilitat i de repercussions clínico-terapèutiques**

La **viabilitat del protocol** representa el principal objectiu d'un estudi pilot. Es busca assegurar i avaluar la viabilitat del programa de treball proposat per decidir la seva continuïtat o no en futurs estudis (198,199). En la planificació del protocol d'actuació s'han contemplat els aspectes metodològics que permeten garantir-ne la seva

implementació. Per aconseguir-ho, s'han seguit els ítems proposats per l'estudi de Shanyinde *et al.* (199), dels quals se n'ha fet una traducció i adaptació que es mostren en la taula 1.

Ítems inclosos	Àmbit principal
Criteris selecció equip i població	Tècnic
Reclutament	Tècnic
Consentiments informats	Legal
Aprovació Comitè Ètic	Legal
Tractament de les dades	Legal
Aleatorització	Tècnic
Procediments de cegament	Operatiu
Percentatge adherència a la intervenció	Operatiu
Percentatge de retenció	Operatiu
Cost i durada de la intervenció	Econòmic
Selecció dels objectius clínics i terapèutics	Tècnic
Selecció dels instruments d'avaluació	Tècnic
Logística de la intervenció	Operatiu
Treball conjunt de l'equip	Operatiu

**Taula 1.** Traducció i adaptació dels ítems d'avaluació de la viabilitat de Shandyinde *et al.*

En l'estudi de Thanabe *et al.* (198) s'indica que no es necessita realitzar el càlcul de la mida mostral en estudis pilot. S'ha optat, doncs, per un reclutament consecutiu al llarg d'un temps establert màxim de 10 mesos.

Si es desglossa per àmbits, els ítems mostrats i d'altres poden classificar-se segons si es plantegen com:

Aspectes d'àmbit tècnic: acord amb un hospital de referència per l'aplicació del protocol, la previsió de la tipologia i quantitat de membres de l'equip per dur-lo a terme així com assegurar-ne la seva expertesa. També, s'hi inclouen els procediments en el reclutament dels pacients per acabar sent participants de l'estudi.

Aspectes d'àmbit legal: presentació i acceptació de l'estudi al Comitè Ètic, creació dels consentiments informats pels pacients i tractament de les dades sota les condicions establertes per la Llei de Protecció de Dades Personals (Llei Orgànica 15/1999 del 13 de desembre) o les corresponents al país d'aplicació del protocol.

Aspectes d'àmbit operatiu: s'han valorat els aspectes més logístics del protocol com la durada i distribució de la intervenció al llarg del temps i durant cada sessió, l'establiment de diferents avaluacions en uns temps determinats i dels percentatges (%) necessaris

d'assistència a les sessions de tractament i d'avaluació per considerar com a vàlides les dades obtingudes d'un participant, el procés de cegament per evitar biaixos...

Aspectes d'àmbit econòmic: No s'ha requerit l'adquisició de cap mitjà tècnic específic, més enllà dels recursos humans i materials existents en el mateix departament de rehabilitació, com són la disponibilitat dels membres de l'equip, de l'espai de l'hospital per realitzar la intervenció (tractament i avaluacions) i la compra de materials com les textures (preus assequibles). La previsió d'esgotament d'aquests recursos ha determinat l'elecció en la limitació dels temps de reclutament de pacients en l'estudi.

L'èmfasi dels estudis pilots ha d'anar dirigit a la viabilitat i no tant a la significació estadística dels seus resultats (198). Tot i així, el protocol en sí té finalitats terapèutiques, i aquestes s'han plantejat des d'un inici en funció dels interessos del present treball/hipòtesi.

Les **repercussions de l'aplicació del protocol** s'han plantejar en l'àmbit social, clínic i terapèutic:

Àmbit social: Actuació directa en una patologia molt prevalent i causant de despesa sanitària i alt desgast social com és l'ictus.

Àmbit clínic: Elaboració final d'un abordatge de tractament no invasiu i econòmic; innovar en aspectes terapèutics fins ara poc explorats en l'àmbit de la fisioteràpia com són l'ús de la imatge motora, la imitació, la utilització d'informacions sensibles, etc... i oferir als fisioterapeutes la possibilitat de treballar amb aquests pacients des d'una fase ben precoç.

Àmbit terapèutic: Incidir en la recuperació qualitativa i quantitativa del moviment de l'ES de forma precoç. En concret, millorar la funcionalitat del moviment en la realització de tasques a través del treball en els 3 aspectes que conformen el control motor: sensitiu (tacte i cinestèsia), cognitiu (atenció, imatge motora...) i motor (força muscular).

Ha estat necessari cercar i definir uns instruments de mesura per realitzar les avaluacions de les diferents variables i avaluar les possibles repercussions terapèutiques. S'han establerts uns criteris de selecció d'instruments d'avaluació per l'ES per cada variable o aspecte que configura el moviment de l'ES.

Criteris de selecció dels instruments d'avaluació:

- Escala o test dirigit a l'avaluació de la funcionalitat de l'ES des d'una visió qualitativa del moviment, que avaluï la correcta execució de la tasca o ítem, més enllà de la seva consecució final (moviments compensatoris).

- Escala o test dirigit a l'avaluació quantitativa de la força muscular de l'ES.
- Escala o test dirigit a l'avaluació de la sensibilitat de l'ES en les seves diferents tipologies, principalment la tàctil i la cinestèsica, aspectes inclosos en la intervenció.
- Escala o test dirigit a l'avaluació de la capacitat per imaginar el moviment de l'ES en les seves diferents tipologies: visual i cinestèsica.
- Dissenyat o aplicable a la població amb ictus.
- Fàcil aplicació, temps d'administració aproximat  $\leq 15$  min.
- D'accés obert i gratuït.
- Qualitat psicomètrica: escala validada i fiable, com a mínim, en la seva llengua original.

### **4.3.ESTUDI PILOT**

OBJECTIU 4: Aplicar el protocol d'actuació fisioterapèutica i valorar la seva viabilitat i efectivitat com a eina de tractament per guiar la recuperació del moviment de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.

Es va dissenyar i portar a terme un estudi pilot.

#### **4.3.1. Tipus de disseny**

Estudi pilot analític, experimental, longitudinal, prospectiu, controlat i aleatoritzat de simple cec.

#### **4.3.2. Equip d'investigació**

L'equip d'investigadors va constar de:

- Tres fisioterapeutes pertanyents a l'estructura de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol i formats per dur a terme les seves funcions: un com a responsable de realitzar el tractament sigui al GE com en el GC; un altre, de reserva, per poder aplicar el tractament en el cas de possible absència de l'altre fisioterapeuta.
- Una fisioterapeuta, la investigadora principal, que va actuar únicament com a avaluador per realitzar les avaluacions amb les diferents escales o tests de mesura.
- Un metge rehabilitador, membre del Servei de Rehabilitació i Medicina Física del mateix hospital, responsable del cribratge dels participants en funció dels criteris de selecció i de realitzar la seva aleatorització en cada un dels grups de l'estudi.

#### **4.3.3. Població**

L'estudi es va realitzar en pacients diagnosticats d'ictus isquèmic a nivell del territori anterior (amb excepció dels lacunars) de l'ACM. La intervenció es va iniciar a partir del 15è dia de l'ictus. Els subjectes eren reclutats per part de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, centre públic al qual hi acudien pel tractament de les alteracions de l'ictus a nivell ambulatorial i a on hi tenia lloc l'execució de la intervenció amb l'aplicació del protocol de fisioteràpia elaborat expressament per l'estudi.

Els subjectes van ser filtrats en funció dels criteris de selecció (inclusió i exclusió) derivats de les dades del seu historial clínic (164,172,200).

#### **4.3.4. Criteris de selecció**

Factors d'inclusió:

- Pacients afectats de primer episodi d'ictus isquèmic de territori anterior (excloent lacunars)
- Pacients entre 25-80 anys.
- *Mini-mental test examination* de Folstein  $\geq 24$
- Presència de dèficits motors en l'extremitat superior causats per l'ictus amb valors del *Motricity Index* inferiors al valor màxim (99+1, valor de normalitat en els ítems d'extremitat superior).
- Control de tronc suficient per poder mantenir la sedestació amb un recolzament dorsal.
- Temps de la lesió: a partir del 15è dia fins als 3 mesos de l'ictus (pacient subagut).

#### Factors d'exclusió:

- Presència d'afàsia global, somatoagnòsia i/o *neglect*.
- Presència d'alteracions visuals importants com la ceguera.
- Espasticitat a l'extremitat superior afectada  $> 2$  en l'escala modificada d'Ashworth.
- Pacients que realitzessin altres teràpies simultàniament a l'estudi: acupuntura, toxina botulínica, fisioteràpia en altres centres, assistir a un gimnàs per reforçar la musculatura, etc... amb excepció del tractament de teràpia ocupacional que es duia a terme al mateix hospital a tots els participants amb independència del grup d'estudi.
- Presència de co-morbiditats alienes a l'ictus que ocasionessin limitació del moviment, tals com alteracions ortopèdiques o reumatològiques.

#### **4.3.5. Mostra**

En el present estudi s'ha optat per establir un període de reclutament de pacients durant 10 mesos des de l'inici d'aquest, sense un càlcul establert de la mida mostral. Tal i com s'afirma en l'estudi de Thabane *et al.* (198), en general, no es requereix el càlcul mostral en els estudis pilots. A més, un altre motiu d'aquest abordatge és la insuficient informació de la que es disposa en quant als paràmetres estadístics que caldria fixar, mitjanes i desviacions estàndards, degut a la inexistència d'estudis similars amb l'instrument de mesura principal per l'avaluació de la variable funcionalitat de l'ES i amb població similar. Per tot això es considera més adient plantejar un període de reclutament ampli amb consonància als recursos humans i materials a disposició.

S'ha portat a terme un mostreig de casos consecutius de pacients que complien els criteris d'inclusió i exclusió i que acceptaven participar en l'estudi.



### 4.3.6. Grups

Els participants van ser aleatòriament distribuïts en un dels dos grups formats per portar a terme l'estudi:

- GC: Pacients als que no se'ls aplicava el factor d'estudi.
- GE: Pacients als que se'ls aplicava el factor d'estudi.

La tècnica de mostreig va ser consecutiva amb assignació aleatòria 1:1 utilitzant una taula de números aleatoris controlada pel metge rehabilitador.

### 4.3.7. Variables d'estudi: mostra i viabilitat del protocol

#### 4.3.7.1. Descripció i instruments de mesura

S'han considerat com a variables de la mostra les dades demogràfiques (edat, gènere i dominància) o aquells aspectes relacionats amb la lesió de cada participant (localització de l'ictus: hemisferi dret o esquerre i data de l'ictus).

S'han recollit també les variables que configuren el moviment de l'ES i que influeixen en la seva recuperació com són els aspectes motors de força muscular, sensitius i cognitius sobre la IM, així com la funcionalitat de l'ES que, tot i que classificada en la variable motora, aquesta implica la realització de tasques que engloben els 3 aspectes anteriors (nivell d'activitat).

S'ha utilitzat una bateria d'escales per tal d'avaluar específicament els diferents aspectes implicats en el control i aprenentatge del moviment de l'ES i obtenir així, de forma més acurada, informació desglossada en relació a les variables motora, sensitiva i cognitiva:

#### **Variable motora: Funcionalitat de l'extremitat superior**

Existeixen moltes escales que valoren la funcionalitat de l'extremitat superior després de l'ictus. Algunes de les més utilitzades són: la *Fugl-Meyer Scale of motor recovery after stroke* o el test *Action Research Arm* (ARA) (201,202) però l'escollida per aquest estudi ha estat la *Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients* (MESUPES) (116,203). La raó de l'elecció es basa en la validesa i unidimensionalitat d'aquesta escala, és a dir, en la capacitat que té cada ítem per mesurar únicament un aspecte, en aquest cas, la correcta actuació motora, a diferència de les altres escales les quals valoren i puntuen aspectes no considerats qualitius com és la presència de moviments sinèrgics, els quals

no porten a moviments funcionals sinó que són estratègies compensatòries que, per tant, no serien mereixedores de ser puntuades (116,203).

MESUPES és una escala ordinal i representa l'única escala de mesura existent que avalua la correcta execució del moviment. Ha estat examinada i se n'ha confirmat la seva validesa i fiabilitat inter-observadors (ICC=0.98) esdevenint un instrument útil en la pràctica clínica per avaluar qualitativament el moviment normal de l'ES parètica en subjectes que han sofert un ictus des d'una fase aguda a la crònica (116,203).

En l'estudi de Johansson i Khäger (203) es va calcular el canvi mínim detectable, representant el límit del canvi més petit possible des de la puntuació basal que indica un canvi real en el pacient en el temps o després d'una intervenció. Aquest s'expressa en unitats o en percentatges. El mínim canvi detectable obtingut per diferents avaluadors en el total de l'escala és de 8, 7 i 5 punts en funció si l'interval de confiança és del 95%, 90% o 80%, respectivament. En concret, considerant el 95% d'interval de confiança, en l'estudi especifiquen un canvi de 6,10 per la MESUPES-braç, de 2,61 per la MESUPES-mà o bé, de 7,43 considerant el valor total de les dues. Malgrat que no van calcular el canvi intra-avaluadors, els autors destaquen que seria d'esperar un valor inferior al inter-avaluadors, de manera que una diferència inferior a 8 seria suficient per assumir un canvi mínim detectable de suficient certesa respecte al valor total de MESUPES. D'aquí que si s'igualava o es supera aquest canvi mínim detectable es considerin resultats amb rellevància clínica. En relació, doncs, a la literatura, per aquest estudi els canvis intra-avaluador s'han considerat que podrien ser suficients amb un canvi de 6 punts en relació a la MESUPES-braç i de 2 per la MESUPES-mà, amb el sumatori de 7 o més punts quan es consideren les dues dimensions globalment.

Tot i així, en l'actualitat no està validada a l'espanyol. Per poder ser aplicada, l'avaluador va manifestar estar familiaritzat i ser coneixedor de la llengua anglesa per la correcta lectura, interpretació i posterior explicació d'aquesta en els participants de l'estudi.

Consta de 2 parts (116,203): la MESUPES-braç i la MESUPES-mà (Annex 1)

En la MESUPES-braç, el rang de puntuació per cada ítem és de 0 a 5. Existeixen 8 ítems en què, en els 4 primers, el pacient està posicionat en decúbit supí i, en els 4 restants, en sedestació amb els genolls flexionats a 90° i els colzes sobre la taula. Cada ítem és executat primer de forma passiva (valors de 0 a 1); després, amb ajuda activa per part del pacient

(valor 2) si el pacient és capaç de contraure la musculatura per realitzar almenys una part del moviment de forma correcta; el valor 3 correspon quan almenys ha estat capaç de realitzar una part del moviment correctament de forma activa; valor 4 si ha realitzat el moviment sencer encara que més lentament i amb dificultats i el valor 5 quan el pacient pot realitzar sense ajuda el moviment de forma normal (116,203). El plantejament d'aquesta jerarquia en l'avaluació és indicador que una correcta adaptació del to muscular és considerada com un prerrequisit per obtenir una correcta activació muscular, imprescindible per realitzar un moviment normal (203).

Pel que fa a la MESUPES-mà, aquesta consta de 9 ítems, dividits en els 6 primers a on s'hi analitza el rang de moviment i els últims tres, relatius a la capacitat d'orientació de la mà a l'objecte. Tots ells s'executen de forma activa i es valoren del 0 al 2 (116,203).

D'aquesta manera, considera en total 3 dimensions (116,203):

- MESUPES-braç
- MESUPES-mà-rang de moviment
- MESUPES-mà-orientació

Si el pacient realitza incorrectament la tasca, el terapeuta li ho indica i el fa conscient de l'error, per tal que en les següents repeticions pugui corregir-ho (cada tasca pot ser realitzada un màxim de 3 cops) (203).

El temps necessari per l'administració de les 2 parts de MESUPES és de 10 minuts aproximadament (116).

### **Variable motora: Força muscular**

Es proposa el test *Motricity Index*, com a mesura quantitativa de la força muscular de l'extremitat superior parètica en pacients amb ictus. La debilitat muscular, principalment en el cantó contralateral a la lesió cerebral, és el dèficit més evident en aquests pacients (47,90,204). Existeixen diferents mètodes acceptats per poder quantificar-la i el *Motricity Index* (MI) n'és un d'ells.

Pel present treball, aquest test suposa la utilització d'un instrument per l'extremitat superior amb contrastada validesa (tant de criteri com de concepte) i amb facilitat d'aplicació (temps d'aplicació necessari no superior als 5 min) (204).

Per l'avaluació de l'extremitat superior, el MI inclou la realització de 3 accions per part del pacient (205).

- Prensió: agafar un cub de 2,5 cm entre el polze i l'índex.
- Flexió de colze activa des dels 90° per anar en direcció a l'espatlla.
- Abducció d'espatlla (partint del colze enganxat al tronc).

Els valor mínim de puntuació per cada un dels tres ítems és 0 (no hi ha moviment) i el màxim 33 (força normal). Existeixen 3 valors intermedis quantificant de menor a major grau la capacitat del pacient per activar un grup muscular, per moure un segment corporal a través d'un arc articular i per resistir la força aplicada per l'examinador (des de moviment desgravat a contragratat i resistit) (204). (Annex 2)

Per obtenir el valor total cal afegir 1 punt a la suma de les 3 accions, essent el valor màxim possible=100 (204,205).

Com a limitació, cal tenir present que el MI no és un test útil per planificar el tractament de fisioteràpia en funció dels seus resultats, ja que aquests no aporten informació qualitativa de l'actuació motora ni considera aspectes clínics que el pacient pot presentar com són l'espasticitat o l'alteració de la sensibilitat (205).

#### **Variable sensitiva: Tacte i Cinestèsia**

Les alteracions o dèficits de la sensibilitat es presenten molt freqüentment en pacients afectats d'ictus (102–104). Tot i la necessitat de ser avaluades per poder obtenir-ne dades, existeixen poques mesures sensibles estàndards amb validesa i fiabilitat. Allò més habitual és que escales sobre dèficits sensitius molt concrets s'incorporin en escales generals que valoren altres alteracions (206).

Davant d'aquesta falta de metodologies normalitzades per l'avaluació sensitiva sigui tant a nivell mèdic com dels fisioterapeutes va néixer *The Nottingham Sensory Assessment*. Aquesta escala va ser desenvolupada per avaluar els dèficits sensitius en pacients amb ictus, sigui immediatament a l'episodi, sigui en les diferents avaluacions al llarg del temps. Es va concloure que mostrava una bona fiabilitat intra-observador amb intervals superiors a 2-3 setmanes però aquesta va ser pobra a nivell inter-observador (207). Es va procedir a fer-ne una posterior revisió (206): ***Revised Nottingham Sensory Assessment*** (RNSA).

Les modificacions realitzades a l'escala original es justifiquen per una millora i estalvi del temps en la seva aplicació sense pèrdues significatives d'informació, tot i que l'exacta durada és variable sempre en funció de la problemàtica del pacient. A més, a diferència dels propòsits clínics, en l'àmbit de la recerca els petits probables errors als quals aquesta versió més reduïda pot portar no esdevindrien significatius a nivell dels resultats. D'aquí, però, que és imprescindible seguir les seves instruccions d'administració (206). En aquesta versió, la fiabilitat inter-observadors va millorar respecte a l'original essent acceptable, tot i que no bona (espatlla, colze i canell amb valors de kappa de Cohen entre 0,60-0,74, indicant bona fiabilitat; mà amb valor de 0,59, indicador de suficient fiabilitat). Cal destacar que els ítems de tacte superficial, pressió i la subescala cinestèsica van resultar ser aquells més fiables (206).

Pel que fa al present treball, s'ha utilitzat la versió de l'original. Cal fer constar que l'avaluador és sempre la mateixa persona, eliminant d'aquesta manera la limitació de la fiabilitat inter-observadors i potenciant la d'intra-observador en intervals superiors a 2 setmanes. Aquesta consta de 3 subescales: tàctil; cinestèsica i esterognòsia. Es procedeix a l'avaluació bilateral dels diferents ítems de cada subescala valorant únicament les zones corresponents a l'extremitat superior (mà, canell, colze i espatlla).

Existeix un full d'instruccions per l'administració de l'escala a on s'hi especifica els criteris més rellevants (Annex 3). Entre ells, cada part del cos ha de ser testada 3 cops per cada un dels tests i els criteris de puntuació per cada ítem són 0 (absent), 1 (alterat), 2 (normal), en cas de la subescala tàctil o en el cas de la subescala cinestèsica, els valors van del 0 (absent) al 3 (còpia acurada del moviment). El valor 9 significa impossible de testar (206,208).

La RNSA esdevé una escala que permet aportar una mesura estàndard de la sensibilitat (206,208). Tot i així, en l'actualitat no està validada a l'espanyol. Per poder ser aplicada, l'avaluador manifesta estar familiaritzat i ser coneixedor de la llengua anglesa per la correcta lectura, interpretació i posterior explicació i administració d'aquesta en els pacients de l'estudi.

### **Variable cognitiva: Imatge del moviment**

En el present estudi s'ha optat per avaluar, en concret, el procés cognitiu de la imatge motora. Existeixen diferents escales que pretenen valorar la capacitat d'imaginar un moviment tals com: *Movement Imagery Questionnaire* (MIQ), MIQ revisada (MIQ-R),

*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*, *Chaotic Motor Imagery Assessment*, entre d'altres (67,209).

Es selecciona el *Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire* a causa de la seva major aplicabilitat en pacient amb ictus (a diferència de les altres, utilitzades més en persones sanes i esportistes) (67).

És un test que valora la capacitat de realització de la imatge del moviment en les seves dues dimensions (67):

- a. Imatge visual
- b. Imatge cinestèsica

Per cada una d'aquestes, el KVIQ consta d' un rang de l'1 al 5 (escala Likert) per valorar la qualitat de la imatge pel què fa a la seva vivacitat: claredat de la imatge i intensitat de la sensació (67).

Presenta 2 formes d'aplicació cobrint ítems de tronc, extremitat superior i inferior (67):

- KVIQ-20: consta de 20 ítems, 10 per cada dimensió.
- KVIQ-10: és la versió curta ja que consta de 10 ítems, 5 per cada dimensió.

La tasca consisteix en plantejar-li els moviments a imaginar. El pacient es troba en sedestació amb recolzament dorsal i l'avaluador, davant seu. Per cada ítem, l'avaluador demostra el moviment determinat i se li demana al pacient (només en el cas que aquest sigui capaç de realitzar-lo sense problemes o bé, utilitzant l'extremitat sana) d'executar-lo un sol cop. Un cop ha retornat a la posició inicial, el pacient ha d'imaginar que executa el mateix moviment i, posteriorment, l'avaluador li demana, al final de cada ítem, que valori amb el rang de l'1 al 5 la claredat de la imatge (dimensió visual) i les sensacions associades amb el moviment (dimensió cinestèsica). Per facilitar la seva aplicació, primer es realitzen tots els ítems de forma visual i després, es segueix amb la imatge cinestèsica. També, es realitzen en primer lloc en l'extremitat sana. D'aquesta manera també permet familiaritzar el subjecte al concepte de la imatge i permet una major concentració en la tasca tenint en compte que, en funció dels valors que s'obtenen, la imatge visual és habitualment més fàcil que la cinestèsica i que els pacients amb ictus poden presentar dèficits d'atenció (67). La puntuació final resulta del sumatori dels valors del rang per cada una de les dimensions (67).

El temps d'administració necessari per la KVIQ-10 es redueix a la meitat respecte a la KVIQ (15-20 minuts) (67). En el nostre estudi pilot, hem aplicat una modificació de la KVIQ que s'adeqüi a les nostres necessitats que es redueixen a l'avaluació dels moviments de l'ES, de manera que els ítems sobre la resta de parts del cos, com els de l'extremitat inferior no aportaven informació i suposaven una pèrdua de temps d'administració. D'aquí que, malgrat existir la KVIQ-10, que és més aplicable per una qüestió de temps, no es va aplicar exactament ja que els seus ítems inclouen 3 de l'ES i 2 de l'extremitat inferior. Per obtenir el màxim d'informació possible sobre l'estat i evolució dels nostres participants en un temps factible hem optat per valorar tots aquells ítems sobre l'ES, en concret 4, de forma bilateral, seguint la metodologia estipulada pels autors i especificada anteriorment (Annex 4).

Ha estat demostrada la fiabilitat de la KVIQ (en les seves dues formes) en subjectes sans i en pacient que han patit un ictus. També s'ha confirmat la consistència interna d'ambdues versions (valors  $\alpha$  de Cronbach=0.87-0.94) demostrant la homogeneïtat dels ítems de valoració (67).

En l'actualitat no està validada a l'espanyol. Per poder ser aplicada, l'avaluador manifesta estar familiaritzat i ser coneixedor de la llengua anglesa per la correcta lectura, interpretació i posterior explicació d'aquesta en els pacients de l'estudi.

#### **4.3.7.2. Variables de la viabilitat**

La definició i avaluació de les variables de viabilitat del protocol s'han dut a terme a través de l'aplicació i control dels ítems pautats a la taula 1 i que s'exposen, transversalment, en els diferents apartats del material i mètodes de l'estudi pilot.

Resta únicament per definir l'ítem del percentatge d'adherència a la intervenció així com el de retenció o possibles abandonaments al llarg de l'estudi. Només van ser considerades com a vàlides les dades provinents de participants que havien assistit com a mínim al 80% de les sessions corresponents de tractament i en totes les avaluacions (100%). Es va assumir un mínim de retenció del 85%.

#### **4.3.8. Descripció del seguiment de l'estudi**

A cada participant se li va realitzar la primera avaluació (A1) en el primer dia d'inici del tractament. Aquesta avaluació així com les successives (A2, A3 i A4) van ser realitzades pel membre de l'equip investigador amb funcions d'avaluador mitjançant els instruments

corresponents a l'aspecte a avaluar. Aquest membre desconeixia el grup de procedència del participant (estudi cec).

El temps de tractament previst d'intervenció per cada pacient, independentment del grup, va ser de 10 setmanes, amb una freqüència de 3 sessions/setmana i una durada del tractament de 30min/sessió (160,172,200).

Els participants d'ambdós grups van seguir un protocol d'actuació per l'avaluació i tractament de l'extremitat superior creat per la homogeneïtzació de l'estudi a on s'hi especifica amb detall la intervenció terapèutica per cada grup, les avaluacions, els criteris d'elecció de la tasca o exercici proposat, entre d'altres. Destacar que el fisioterapeuta responsable del tractament podia adaptar constantment l'exercici terapèutic del protocol a les característiques del participant en funció de les observacions que realitzava en les sessions de tractament, però sempre seguint les premisses del protocol, dissenyat per un fisioterapeuta amb experiència en la teoria Neurocognitiva (184,185).

A diferència del GC, en el GE, a la vegada, se'ls va introduir el factor d'estudi de caire neurocognitiu: l'activació cognitiva guiada pel terapeuta cap a les informacions del cos.

El fisioterapeuta responsable de la intervenció en ambdós grups, a part de l'aplicació i seguiment del tractament, també era el responsable del control d'assistència de cada participant.

Es van portar a terme les diferents avaluacions al mateix hospital. Aquestes es van distribuir al llarg de l'estudi de la següent manera (Figura 12):

- A1: avaluació motora (qualitativa i quantitativa), sensitiva i cognitiva, realitzades a la primera sessió de la intervenció.
- A2: avaluació motora i sensitiva, realitzades a la primera sessió de la setmana 6 des de l'inici de la intervenció.
- A3: avaluació motora, sensitiva i cognitiva, realitzades a l'última sessió del tractament (final setmana 10).
- A4 o *follow-up*: avaluació motora, sensitiva i cognitiva, realitzades al cap de 10 setmanes després de finalitzar el tractament.



FASE	SETMANES DE TRACTAMENT										SETMANES POST-TRACTAMENT									
<b>Intervenció</b>																				
<b>Avaluacions:</b>																				
Motora																				
Sensitiva																				
Cognitiva																				

**Figura 12.** Cronograma de l'estudi pilot

Es va realitzar un treball conjunt d'equip que va constar de reunions prèvies a la intervenció per l'adequació de la logística del projecte, formació als terapeutes sobre l'ETC, contacte via telefònic i per correu electrònic per comentar aspectes durant la intervenció (dubtes, control de les assistències...) així com la comunicació a través de la base de dades general de l'estudi creada expressament a on hi constaven les fitxes dels participants. La formació sobre l'ETC va permetre explicar i consensuar el protocol amb tots els membres de l'equip, prèviament a l'inici de la intervenció, per tal que la teràpia i les avaluacions fossin consistents d'individu a individu.

#### **4.3.9. Mètode de recollida i gestió de les dades**

El mateix avaluador se n'encarregava d'introduir les dades recollides a cada avaluació a la base de dades creada per l'estudi així com d'avisar i citar als pacients.

Les dades demogràfiques i d'avaluació dels criteris de selecció de cada participant van ser introduïdes pel metge rehabilitador a mesura que es recollien i entraven a formar part tant de la base de dades individual del pacient com de la base de dades general de l'estudi creada (Figura 13). En ella, s'hi ha fet constar el control sobre les assistències o absències del participant, el calendari de visites així com el registre dels valors obtinguts en cada instrument d'avaluació per cada participant en les diferents avaluacions. L'accés era restringit als membres de l'equip amb un codi i clau d'accés. Cada participant tenia destinada una fitxa de guia i seguiment que consultava el fisioterapeuta que duia a terme el tractament amb les indicacions sobre la jerarquia de tasques i la modalitat de la seva execució, a considerar en el cas que el participant formés part del GE. L'avaluador cegat se n'encarregava d'introduir les dades recollides a cada avaluació i d'omplir la fitxa de guia de tractament per tots els pacients (Figura 14), aportant informació al fisioterapeuta per actuar, tant si el participant pertanyia al GC com al GE, fet que l'avaluador desconeixia. Alhora, el fisioterapeuta responsable de la intervenció hi podia apuntar qualsevol

incidència o canvi de tractament destacable. La base de dades securitzada creada per l'estudi és: <http://www.physioresearch.com/escoesi/>

The screenshot shows the website interface with the following elements:

- Physio Research** logo at the top.
- Navigation links: **gestió de fitxes personals** (with a warning icon) and **llistat d'escala i qüestionaris** (with a speech bubble icon).
- Downloadable PDFs under "gestió de fitxes personals":
  - Consentiment informat (ESP) - PDF
  - Consentiment informat (CAT) - PDF
  - Plantilla d'incidències- PDF
- Assessments under "llistat d'escala i qüestionaris":
  - PROTOCOL ESCOESI - VALORACIÓ INICIAL
  - MINI EXAMEN COGNOSCITIVO (MEC)
  - ESCALA D'ASHWORTH
  - ESCALA IMATGE (KVIQ)
  - ESCALA MESUPES
  - MOTRICITY INDEX (E.S)
  - REVISED NOTTINGHAM SENSORY ASSESSMENT
- A calendar view for **ESCOESI** showing sessions for patients **Pacient 5.1-Conxi** and **Pacient 5.2-Conxi** from March 25 to 31, 2013.

Figura 13. Base de dades securitzada: <http://www.physioresearch.com/escoesi/>

The screenshot shows the "ESCOESI: Full de sessió" form for Patient 1.1. It includes the following sections:

- Patient: 1.1**
- Session selection tabs: **Sessió 1 (2012-04-10)**, **Sessió 2 (2012-06-05)**, **Sessió 3 (2012-07-17)**, and **Sessió 4 (2012-09-25)**.
- Observacions** section with fields for:
  - Data:** 10/04/2012
  - Control:** Motor: dificultats a dits, els mou però no amb fluidesa. Irr en flex per sobreeforç a polze i índex en els moviments d'espatlla i colze. A nivell espatlla i colze: ok
  - Indicacions Terapèutiques:** Grau 3 a espatlla i colze; Grau 2 a canell. Potser hauràs de passar aviat a grau 3.
- Buttons for **Desa sessió 1** and **Segueix Sessió Teràpia**.

Figura 14. Fitxa de guia de tractament per cada pacient.

Amb les diferents avaluacions de l'estudi es pretenien avaluar i quantificar l'efectivitat del protocol a través de les dades obtingudes a nivell de:

- l'estat inicial i l'evolució motora del pacient (tant aspectes qualitius de funcionalitat com quantitius), dades útils per adequar la participació motora a l'estat del pacient per la correcta realització de l'exercici.
- l'estat inicial i l'evolució de la capacitat sensitiva, per afavorir una millor adequació de les tasques a resoldre pel pacient durant la intervenció terapèutica.
- l'estat inicial i l'evolució de la capacitat cognitiva d'imaginar diversos moviments de l'ES al llarg de l'estudi per adequar la modalitat d'execució de l'exercici.

#### **4.3.10. Anàlisi de les dades**

S'ha dut a terme un anàlisi descriptiu i/o inferencial de les variables d'estudi amb la utilització del paquet estadístic SPSS (versió 21.0) en relació a:

1. Dades demogràfiques i característiques clíniques dels participants.
2. Resultats de l'estudi pilot: organitzats en funció de l'escala d'avaluació.
3. Dades de viabilitat.

Per a l'anàlisi gràfic i el càlcul d'interval de confiança per la diferència de medianes s'ha utilitzat SAS Enterprise Guide 6.1.

En primer lloc, l'anàlisi descriptiu de les característiques demogràfiques i clíniques dels participants s'ha expressat amb la mitjana±desviació estàndard i/o el rang de valors. Per la comparativa entre grups de les variables qualitatives s'ha utilitzat el test Chi-Quadrat de Pearson i, en el cas de les variables quantitatives, el test U de Mann-Whitney.

Amb les diferents avaluacions de l'estudi pilot es pretenia avaluar i quantificar l'efectivitat del protocol a través de les dades obtingudes sobre l'estat inicial i l'evolució de cada participant i grup a nivell motor, sensitiu i cognitiu. Per cada instrument d'avaluació i grup d'estudi, les dades descriptives s'expressen en sumatori de punts i amb canvi de punts pre i post intervenció (diferència entre el valor final A4 respecte al basal A1) per cada participant. S'aporten també les medianes (Md) de cada moment avaluatiu i dels punts de canvi (A4-A1), el rang interquartílic així com les diferències entre les Md de les diferents avaluacions (Dif). Per cada grup, també es calculen les Md dels punts de canvi de cada període avaluatiu (A1-A2, A2-A3 i A3-A4). Els punts de canvi pre-post intervenció (A4-A1) de cada participant es comparen amb el valor de canvi mínim detectable establert per la MESUPES-braç i la MESUPES-mà. Pels mateixos instruments i per cada grup es

calcula el percentatge de la Md punts de canvi pre-post intervenció (A4-A1) respecte al valor total de cada subescala.

Degut a la petita mida mostral de l'estudi i que no es pot assegurar l'acompliment del criteri de normalitat, s'han utilitzat tests no-paramètrics per cada instrument de mesura. En concret, s'ha escollit el test *Wilcoxon signed-rank* per avaluar l'evolució clínica de cada grup entre les avaluacions pre i post-intervenció. Per comparar l'evolució entre grups en el temps entre l'estat del GC i del GE en el moment avaluatiu basal (A1) i final (A4) per les variables mesurades així com per comparar entre grups el canvi de punts (A4-A1) s'ha utilitzat el test U de Mann-Whitney. Per comparar la diferència de medianes a l'avaluació A4 s'ha estimat la mediana de la diferència (A4-A1) i calculat el seu interval de confiança (95%) mitjançant el mètode de Hodges-Lehmann per a dades independents. S'ha fixat un nivell de significació  $\alpha=0.05$  per tots els tests estadístics. L'ús dels p-valors s'ha considerat només amb finalitats exploratòries de l'estudi pilot. L'anàlisi gràfic ha consistit en 3 gràfiques per cada instrument de mesura: la primera representa els canvis pre-post intervenció per grups i per cada participant; la segona mostra l'evolució clínica de cada grup en relació a la mediana dels punts de canvi al llarg de les diferents avaluacions i la tercera representa el perfil evolutiu dels participants.

Per últim, les variables de viabilitat de l'estudi pilot relatives a l'adherència al tractament i a les avaluacions així com a la retenció de participants s'han descrit mitjançant la mitjana $\pm$ desviació estàndard i/o els percentatges (%).

#### **4.3.11. Qüestions ètiques**

L'estudi va ser presentat per a la seva aprovació al Comitè Científic de la Universitat Internacional de Catalunya i al Comitè Ètic de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol en data del 23 de setembre del 2011 (AC-11-094) (Annex 5). Aquells subjectes que van superar els criteris de selecció, se'ls feia entrega d'una carta informativa i d'un full de consentiment realitzats en català i castellà (Annex 6 i 7) en els quals s'hi especificaven els motius i procediments de l'estudi així com se'ls informava dels seus drets i deures per tal de poder prendre la decisió de participació en l'estudi pilot de forma lliure. Només un cop signats, els voluntaris eren considerats participants en l'estudi.

#### **4.3.12. Limitacions de l'estudi pilot**

S'han identificat varies possibles limitacions en el seu disseny:

- Falta de diferenciació en la intervenció respecte a l'extensió i localització diagnòstica de la lesió: cortical, subcortical, afectació parietal, frontal, etc... així com lesió de l'hemisferi (dret o esquerre). Tot i així sí que es delimita a ictus isquèmics del territori anterior per afectació de la ACM.
- Factor de recuperació espontània: impossibilitat de controlar els aspectes espontanis de la recuperació del pacient, tenint però present que tots els pacients presenten afectació isquèmica i inicien la intervenció en un període de temps acotat de la seva evolució (entre els 15 dies i els 3 mesos després de l'ictus).
- Instruments de mesura no validats a l'espanyol malgrat que la seva administració és possible ja que l'avaluador manifesta estar familiaritzat i ser coneixedor de la llengua anglesa per la correcta lectura, interpretació i posterior explicació en els participants de l'estudi.
- Avaluació cognitiva limitada a la variable del procés cognitiu de la imatge. Altres processos cognitius (atenció o memòria) implicats en el reconeixement de les tasques i en el propi moviment no han estat avaluats per manca d'escala o tests adequats que relacionin cognició amb moviment o tasques.
- Utilització d'una adaptació de l'escala original KVIQ per l'avaluació de la imatge del moviment per falta d'escala suficientment adequades únicament pels moviments de l'ES en pacients amb ictus.
- Aspectes metodològics com la durada de la intervenció terapèutica o de la pròpia sessió de tractament, essent conscients que aquestes estaven condicionades a les possibilitats reals del moment social i econòmic, de manera que una major durada d'aquestes hagués convertit el projecte en inviable.
- Limitació de recursos: impossibilitat d'accés a RNMf per l'observació i avaluació d'activitats cerebrals produïdes abans, durant o després de la intervenció.

#### 4.4.PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU

OBJECTIU 5: Debatre sobre les característiques i aplicació del protocol per consensuar-ne possibles millores.

Per la consecució d'aquest objectiu ha estat necessari aplicar un mètode de consens a través d'un panell d'experts per tal de poder avaluar l'estructura, el procés i els resultats del protocol d'actuació fisioterapèutica utilitzat en l'estudi pilot. Aquest consens s'ha dut a terme a través d'un procediment sistematitzat i amb la participació d'un conjunt de professionals considerats experts en el tema d'estudi amb la intenció de millorar una futura aplicació del protocol a través de les seves opinions.

##### 4.4.1. Mètode de consens

El mètode de consens utilitzat és el Delphi. Linstone i Turoff, a l'any 1975, el van definir com un procés de comunicació grupal útil per tractar un tema complex. Es considera un mètode qualitatiu que utilitza i tracta, de forma sistematitzada, l'opinió de diferents experts amb l'objectiu de disminuir la disparitat d'opinions a través de qüestionaris successius (210).

En recerca representa una eina per determinar prioritats d'investigació, per desenvolupar instruments de mesura o pel desenvolupament i selecció d'indicadors per l'avaluació de la pràctica clínica en general i, també, en pacients amb ictus (210). És un mètode habitual en infermeria però s'empra també en qualsevol altre àmbit de la salut, com és la fisioteràpia (211).

Les característiques principals del mètode Delphi són:

- Anonimat entre els experts (210).
- Repetició del qüestionari amb la realització, almenys, de dues rondes successives. D'aquesta manera es busca arribar al consens en aquells aspectes que inicialment es desviaven més de l'opinió de la majoria. El procés finalitza quan s'ha arribat al consens. Per tant, la primera ronda (R1) té l'objectiu de calcular l'espai quartílic de totes les respostes i la segona ronda (R2) i possibles posteriors pretenen aportar als experts la resta d'opinions per debatre i consensuar els resultats (210,211).
- La retroalimentació i informació pels experts, sigui en termes d'allò que ha respost la majoria, sigui indicant el grau d'acord obtingut. D'aquesta manera, un cop realitzada la primera ronda, s'aporta a cada expert les respostes obtingudes dels

altres (quantitativa i qualitativa), per tal que pugui considerar de nou i canviar la seva, si ho considera oportú, en una segona ronda (210,211).

Per obtenir resultats vàlids i de qualitat esdevé molt important l'elaboració de les preguntes del qüestionari i una adequada elecció dels experts (212).

#### **4.4.2. Panell d'experts**

El seu ús es justifica per aconseguir un consens en matèries a on aquest falta, com sol ser habitual per l'estudi de la viabilitat de protocols de tractament o per desenvolupar GPC o bé, quan existeix poc coneixement sobre una àrea d'interès (212).

En la literatura científica hi ha poc consens sobre a qui es pot considerar expert. Segons el Diccionari de la Llengua Catalana Multilingüe (213), un expert-a és aquell “versat en la coneixença d'una cosa per la pràctica”. Tot i no haver-hi uns criteris ben establerts per la definició d'expert, en la revisió de Keeney *et al.* (211) es parla d'individus informats o d'especialistes en l'àmbit. De les diferents definicions, en sorgeixen uns aspectes clau com són el coneixement i l'experiència.

Un altre dels punts en discussió per l'elaboració del panell d'experts, ja que no existeix una directriu definitiva, és sobre la homogeneïtat o heterogeneïtat de la seva mostra. Una mostra homogènia, a diferència de l'heterogènia, permet ser més fidel a la definició d'expert sobre el tema i assegurar la validesa dels resultats. D'altra banda, la cerca de l'homogeneïtat pot dificultar trobar una mostra suficient. Respecte al número d'experts que l'han de conformar, es suggereix que la mostra sigui reduïda, essent però superior a 10 i inferior a 20 participants (212).

Així doncs, és responsabilitat de cada investigador escollir el panell d'experts més apropiat, i més considerant que la fiabilitat i validesa del mètode Delphi ha estat qüestionada, alhora cosa inherent a la seva condició de mètode qualitatiu (211).

#### **4.4.3. Fases metodològiques**

S'han seguit les següents fases:

- Formulació del problema.
- Elecció del panell d'experts.
- Elaboració i presentació dels qüestionaris.
- Desenvolupament pràctic, càlcul i interpretació dels resultats.

#### **4.4.3.1. Formulació del problema**

El problema consisteix en adequar de forma acurada el protocol proposat i aplicat per aconseguir una millorada posada en pràctica en un nou estudi i fer front als objectius clínic-terapèutics.

#### **4.4.3.2. Elecció del panell d'experts**

Els criteris de selecció del panell d'experts han estat els següents:

- Formació acreditada sobre l'Exercici terapèutic cognoscitiu.
- Experiència professional mínima de 5 anys en l'àmbit de l'Exercici terapèutic cognoscitiu.
- Formació continua en cursos o jornades relacionats amb l'abordatge neurocognitiu durant els anys d'experiència professional en l'ETC.
- Metges rehabilitadors, fisioterapeutes o terapeutes ocupacionals.
- Independència de l'expert en relació al protocol d'estudi, no havent participat, anteriorment, ni en la seva elaboració o aplicació.

La investigadora principal contacta inicialment amb cada possible candidat a ser expert per explicar-li, en primer lloc, per via telefònica i, posteriorment, via correu electrònic amb una carta de presentació (Annex 8) sobre l'existència de l'estudi, la seva finalitat, condicions i funcionament així com l'explícita petició per formar-ne part.

S'ha obtingut la freqüència i/o percentatge en les variables del panell d'experts relatives al gènere, edat, distribució segons els estudis universitaris i segons el sector sanitari a on exerceixen la seva professió i la pràctica de l'ETC així com sobre la seva procedència geogràfica. També s'aporta el rang, la mitjana i desviació estàndard de les edats, dels anys d'experiència professional en neurologia i també, en l'ETC.

#### **4.4.3.3. Elaboració i presentació dels qüestionaris**

El qüestionari s'ha elaborat seguint els apartats del protocol d'estudi, afegint-hi el número de registre per a la identificació de l'expert (Annex 9). Es van establir diferents ítems en el que s'afirmaven diversos aspectes del protocol per ser avaluats, de forma categoritzada, a través d'una escala Likert amb 5 possibles respostes: 1= "Molt en desacord", 2= "En desacord", 3= "Indiferent", 4= "D'acord" i 5= "Molt d'acord". Posteriorment, les diverses respostes són tractades pels càlculs i interpretacions de resultats. A més, en la majoria d'ítems s'hi estableix un apartat o línies per aportar comentaris i apreciacions explicatives



per enriquir les respostes Likert de forma més qualitativa. Pels apartats del protocol a on s'hi defineix el factor d'estudi, s'ha preferit generar afirmacions amb el model de resposta oberta.

L'elaboració i presentació dels qüestionaris successius es va dur a terme un cop obtinguts i interpretats els resultats de la anterior ronda. Amb la intenció d'arribar al màxim de consens possible i de dotar a l'eina del protocol de la màxima robustesa per poder ser aplicada, es mantenen els ítems del qüestionari previ per ser avaluats però es modifica el document afegint-hi informació per tal que cada expert revalori la seva resposta per cada afirmació i arribar a un major consens. D'aquesta manera es dirigeix especial interès en aquelles afirmacions que han resultat amb més disparitat de resposta, segons els criteris establerts en el següent apartat 4.4.3.4.

La informació addicional visible per tots els experts va consistir en (Annex 10):

- Percentatges (%) de cada categoria de resposta Likert obtinguts per cada afirmació del primer qüestionari.
- Comentaris extres aportats pels experts, únicament en aquelles afirmacions que havien mostrat més disparitat de resposta.
- En el cas de les afirmacions de caire obert, s'aporta un resum de les observacions més freqüents i destacables realitzades pels experts.
- Aportacions de la IP en les mateixes afirmacions conflictives i en les de resposta oberta per tal de confirmar, afegir o aclarir els aspectes comentats pels experts.

#### **4.4.3.4.Desenvolupament pràctic, càlcul i interpretació dels resultats**

Un cop els participants van acceptar formar part del panell, l'administrador de l'estudi (incompatible amb ser la IP), via correu electrònic, va donar la benvinguda i accés personalitzat a cadascun dels experts a una pàgina web generada expressament per l'ocasió, mitjançant l'enllaç: <https://sites.google.com/a/shaepot.com/ac-11-094>. En ella, cada participant, de forma independent i anònima (amb un número de registre), obtenia els documents i annexes a consultar per, després, accedir i respondre el qüestionari en un termini màxim de 10 dies.

Durant el període d'obertura de cada qüestionari, l'administrador estava accessible per respondre a qualsevol dubte o incidència que pogués sorgir.

Per cada ronda del qüestionari es van registrar les respostes obtingudes en una base de dades securitzada *Google Drive*. L'anonimitat porta a que no s'hagin analitzat les respostes en funció de les característiques de l'expert sinó de forma global. La IP ha procedit a la lectura i control dels resultats mostrats, per cada ítem, a través del seu valor mínim i màxim, el quartil 1 (Q1), la mediana, quartil 3 (Q3), la mitjana i la desviació estàndard. També s'han obtingut la freqüència i els percentatges de cada categoria de resposta per cada afirmació així com el rang o espai interquartílic. El rang interquartílic (Q3-Q1) consisteix en la diferència entre el major i menor valor, considerant el quartil 3 (valor que deixa per sota seu el 75% de totes les respostes amb valors iguals o inferiors) i el quartil 1 (25% de totes les respostes).

Es va establir com a criteri d'interpretació de resposta conflictiva o indicadora d'insuficient consens, aquella en què els resultats obtinguts del Q1 fossin inferiors a 4; aquella que presentés un percentatge de respostes entre "D'acord" i "Molt d'acord" inferior al 75% i, fins i tot, s'ha volgut tenir llibertat per controlar aquells ítems en què existís només un sol expert que no l'avalués en 4 o 5 malgrat complir els 2 criteris anteriors. En tot moment, durant la realització dels qüestionaris així com en l'anàlisi dels resultats, la IP s'ha mantingut cegada.

Un cop realitzades les rondes necessàries per aconseguir el màxim consens en totes les afirmacions, es procedeix a la interpretació dels resultats finals, a través dels mateixos valors estadístics i càlculs i afegint-hi la comparativa d'aquests (quartils, mediana i mitjana) en els diferents ítems entre la primera i última ronda per valorar el seu comportament i modificacions en el grau de consens.

Per últim, s'ha enviat, via e-mail (Annex 11), l'informe final pels experts, el qual conté la discussió, les limitacions, les propostes de futur i les conclusions derivades per la millora del protocol d'actuació fisioterapèutica objecte d'estudi.



# **RESULTATS**



## 5. RESULTATS

A continuació s'exposen els resultats obtinguts per cada objectiu d'investigació plantejat:

### 5.1. REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES

#### 5.1.1. Revisió bibliogràfica 1

Aquesta respon a l'objectiu secundari 1.

Partint de la realització de la tesina del Màster en Fisioteràpia i Evidència Científica, es va realitzar la revisió bibliogràfica fins agost 2013 mitjançant diverses cerques a través de diferents modalitats.

En concret, s'ha obtingut de la següent manera:

- a. A través de **paraules clau o descriptors MeSH** tals com “*mental practice*” “*mirror neurons*”, “*motor cortex*”, “*motor imagery*”, “*rehabilitation*”, “*somatotopic organization*” i “*stroke*” combinats amb els booleans AND i OR. D'aquí se'n deriven les cerques més actuals que s'indiquen a continuació:

*Mirror neurons AND stroke*

*Somatotopic organization AND motor cortex*

*(motor imagery OR mental practice) AND stroke AND rehabilitation*

- b. A través d'**autors de referència** (per importància, repetició o citació dels seus estudis per d'altres autors), de manera que un cop realitzada la cerca per paraules clau es va procedir a una cerca centrada en els següents autors: Penfield W, Rizzolatti G i Schieber MH.
- c. A través dels arxius d'algunes **revistes rellevants de rehabilitació** com la Revista de Neurologia o *Neurorehabilitation and Neural Repair*.
- d. A cada cerca s'han considerat les **citacions relacionades** amb els articles trobats, cosa que ha permès ampliar la cerca i resultats finals.
- e. A través de la **bibliografia** pròpia dels articles llegits i considerats importants.
- f. A través del **Google Acadèmic**.

De forma detallada, s'exposen les estratègies de cerca i els resultats per cada una de les modalitats en l'annex 12.

Aquesta recerca bibliogràfica ha donat com a resultat el següent article de revisió (Annex 13) publicat en la revista científica "Medicina Clínica" indexada en les següents bases de dades: Current Contents/Clinical Medicine, Journal Citation Reports (JCR), SCI-Expanded, Index Medicus/Medline, Excerpta Medica/EMBASE, IBECs, IME, MEDES, PASCAL, SCOPUS, SciVerse ScienceDirect, amb factor d'impacte JCR de 1,417 i localitzada al Q2 de la categoria MEDICINE, GENERAL & INTERNAL.

**Sallés L, Gironès X, Lafuente JV. Organización motora del córtex cerebral y el papel del sistema de las neuronas espejo. Repercusiones clínicas para la rehabilitación. Med Clínica. 2015;144(1):30-4.**

### 5.1.2. Revisió bibliogràfica 2

Aquesta respon a l'objectiu secundari 2.

La cerca bibliogràfica abraça des de l'elaboració de la tesina del Màster en Fisioteràpia i Evidència Científica fins a gener 2014.

Després de l'experiència de la primera revisió bibliogràfica, per aquesta segona es va decidir consultar en primera instància a les bases de dades Science Direct, Pubmed, PEDro i la *Cochrane Library*, deixant el metabuscador Google Acadèmic com una opció concreta per determinades cerques o paraules clau.

La recerca es va dur a terme per diferents modalitats:

- a. A través de **paraules clau o descriptors MeSH** sobre els temes d'estudi tals com "*cerebral cortex*", "*cognition*", "*compensation*", "*cortical organization*", "*impairment*", "*motor control*", "*movement deficits*", "*neurocognitive*", "*neuronal plasticity*", "*physical therapy*", "*recovery*", "*somatosensory*", "*stroke*" o "*upper limb*" així com altres termes utilitzats en el primer article com "*mental imagery*", "*mirror neurons*", "*motor imagery*" i "*rehabilitation*". Es van combinar entre sí i amb booleans AND i OR. D'aquí se'n deriven les cerques més actuals que s'indiquen a continuació:

*"motor control" AND cognition AND stroke*

*"motor control" AND stroke AND upper limb AND impairment*

*Stroke recovery AND movement deficits*

*Neuronal plasticity AND cortical organization AND stroke*

*neuronal plasticity AND cerebral cortex AND stroke AND physical therapy*

*plasticity AND stroke AND physical therapy*

*recovery and compensation in stroke rehabilitation*

*Somatosensory rehabilitation AND stroke*

*Neurocognitive approach and physical therapy*

- b. Mitjançant l'**actualització de les cerques** de la primera revisió bibliogràfica relacionades amb “*mental imagery*”, “*mirror neurons*”, “*motor imagery*”, i “*rehabilitation*” així com els seus autors de referència per tal d’obtenir nous resultats i/o més actuals.
- c. Cerques centrades en un **autor de referència** com Perfetti C o Van De Winckel A.
- d. Directament d’una **revista científica de referència** en la temàtica, en concret amb la cerca: “*European journal of physical and rehabilitation medicine*”[*Journal*] *AND neurocognitive*[*All Fields*]
- e. Mitjançant la **relectura dels estudis** obtinguts durant la realització de la revisió bibliogràfica 1 i que havien estat o no finalment referenciats en la seva bibliografia. La mateixa revisió resultant de l’objectiu 1 és citada en l’actual.
- f. A cada cerca s’han considerat les **citacions relacionades** amb els articles trobats, cosa que ha permès considerar més resultats finals.
- g. A través de la **bibliografia** pròpia dels articles llegits i considerats importants.
- h. A través del **Google Acadèmic** amb l’ús de les paraules clau: *Motor control* i Carlo Perfetti.

De forma detallada, s’exposen les estratègies de cerca i els resultats per cada una de les modalitats en l’annex 14.

El resultat final consisteix en una revisió bibliogràfica, que representa la proposta clínica de la primera revisió i que a data de 2 d’octubre 2015 ha estat acceptat per la seva publicació per la revista *Physical Therapy Reviews*:



**Sallés L, Gironès X, Martín-Casas P, Lafuente JV. A neurocognitive approach to recovery of movement following stroke (Annex 15).**

## **5.2.PROTOCOL NEUROCOGNITIU**

S'ha obtingut un protocol d'avaluació i tractament per l'ES creat seguint els coneixements actualitzats sobre l'organització cortical del moviment, sobre la importància de les funcions cognitives i que es basa en les premisses neurocognitives establertes en l'àmbit de la rehabilitació del pacient neurològic. Aquest s'exposa a continuació:

### **PROTOCOL D'AVALUACIÓ I TRACTAMENT PER L'EXTREMITAT SUPERIOR EN PACIENT D'ICTUS SUBAGUT.**

#### **FASE PRELIMINAR**

Tots els voluntaris han de superar prèviament els criteris de selecció (avaluació realitzada per un metge rehabilitador) per així ser considerats participants de l'estudi. Posteriorment, el metge rehabilitador ha de procedir a l'aleatorització del participant en un dels dos grups d'estudi. Les dades dels participants formen part tant de la base de dades individual del pacient com de la base de dades general de l'estudi. Aquestes han de poder ser consultades pels terapeutes responsables del tractament sempre sota les condicions establertes per la Llei de Protecció de Dades Personals (Llei Orgànica 15/1999 del 13 de desembre), o l'equivalent del país d'execució.

#### **FASE D'INTERVENCIÓ**

La intervenció (tractament i avaluacions) va dirigida a ambdós grups.

La intervenció s'ha de dur a terme per terapeutes: fisioterapeuta o terapeuta ocupacional.

#### **Temporalització de la intervenció**

Cada participant ha d'assistir durant 10 setmanes a 3 sessions setmanals d'intervenció terapèutica. La sessió dura 30 minuts, temps en el qual el participant ha de ser atès individualment per un terapeuta (172,200,214).

Les diferents avaluacions han de ser realitzades per un altre terapeuta que desconeixi el grup de procedència del participant: grup control (GC) o grup experimental (GE). Les avaluacions estan programades per realitzar-se en els següents terminis, durant i posteriorment a la intervenció terapèutica:

Primera avaluació (A1): el primer dia de la intervenció terapèutica.

Segona avaluació (A2): corresponent a la primera sessió de la setmana 6.

Tercera avaluació (A3): corresponent a l'última sessió d'intervenció terapèutica.

Quarta avaluació (A4): al cap de 10 setmanes respecte a la finalització del període d'intervenció terapèutica.

### **Distribució de la sessió**

El terapeuta realitza mobilitzacions passives de relaxació articular (grau 1), actiu-assistides (grau 2) i/o actives lliures (grau 3) de l'extremitat superior (ES) amb llibertat de direccions (circunduccions, flexo-extensió, abducció-adducció a espatlla, canell i metacarpo-falàngiques dels dits així com flexo-extensió a les interfalàngiques; flexo-extensió i pronosupinació a nivell del colze). A l'espatlla, colze, canell i dits de la mà s'aporten informacions propioceptives articulares. A nivell de la mà i dits, a més a més, es treballa amb diferents textures, utilitzant superfícies de diverses característiques tàctils (Figura 15): rugosa, fina, peluda, etc (102,104,194). Aquestes presenten una amplada no inferior a 12 cm i una llargada de 20-25 cm aproximadament i permeten afegir la presència d'un objecte a la teràpia.



**Figura 15.** Superfície tàtil.

**Autora:** Laia Sallés

Cada sessió de 30 minuts es distribueix de la següent manera:

- A. 15 minuts: dedicació a les articulacions grans de l'ES: espatlla-colze-canell.
- B. 15 minuts: dedicació a les articulacions de la mà afectada.

S'estableix 1 minut de pausa entre A i B, temps en el qual el terapeuta pot preparar les superfícies tàctils. El terapeuta controla els temps sigui pel què fa a la seva gestió al llarg de cadascun dels 15 minuts de tractament sigui sobre el total de temps de la sessió.

La posició del pacient i del terapeuta varien:

Per la part A:

Posició del pacient=decúbit supí (116).

Posició del terapeuta=bipedestació, lateralment per tal de poder realitzar les preses pertinents per mobilitzar l'ES.

Per la part B:

Posició del pacient=sedestació (116).

Posició del terapeuta=sedestació, al costat afectat del pacient.

### **Instruments d'avaluació**

#### ***Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES):***

Representa l'única escala de mesura existent que avalua la correcta execució del moviment. Ha estat examinada i se n'ha confirmat la seva validesa i fiabilitat interobservadors (ICC=0.98) esdevenint un instrument útil en la pràctica clínica per avaluar la recuperació dels moviments quantitius i qualitius dels subjectes que han sofert un ictus (116,203). S'utilitza en totes les avaluacions previstes de l'estudi (A1, A2, A3 i A4).

**Test *Motricity Index (MI)*:** Mesura quantitativa de la força muscular de l'ES parètica en pacients amb ictus. Presenta una contrastada validesa (tant de criteri com de concepte) (204). En aquest protocol s'utilitza únicament la part de l'extremitat superior (205). S'utilitza en totes les avaluacions previstes de l'estudi (A1, A2, A3 i A4).

***Revised Nottingham Sensory Assessment (RNSA)*:** És la versió millorada de la *Nottingham Sensory Assessment* que va ser desenvolupada per avaluar els dèficits sensitius en pacients amb ictus, sigui immediatament a l'episodi, sigui en els diferents controls al llarg del temps. En el protocol s'ha de realitzar, seguint les instruccions d'administració, l'avaluació bilateral dels diferents ítems de cada subescala (tàctil, cinestèsica i esterognòsia) valorant únicament les zones corresponents a l'extremitat superior (mà, canell, colze i espatlla) (206). S'utilitza en totes les avaluacions previstes de l'estudi (A1, A2, A3 i A4).

***Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*:** S'aplica una versió modificada i curta de la KVIQ per l'avaluació dels ítems dels moviments de l'ES. És un test que valora la capacitat de realització de la imatge del moviment en les seves dues dimensions: visual i cinestèsica. Ha estat demostrada la seva fiabilitat tant en subjectes sans com en pacients

amb ictus (67). S'utilitza en A1, A3 i A4, considerant-se que hi ha poc marge de temps i possibilitats de millora en el període A1-A2.

### **Condicions ambientals**

Les condicions ambientals idònies per dur a terme el protocol són les següents:

- Habitacle de com a mínim 20 m<sup>2</sup> de superfície, i com a màxim 60, amb un sostre de com a mínim 3 m d'altura i un terra fix, estable no relliscós i sense pendents.
- Si disposa de finestres i d'altres obertures exteriors aquestes han de romandre tancades i amb un sistema de limitació visual.
- Temperatura ambiental: entre 14 i 25°C (es realitzaran treballs lleugers) (Reial Decret 486/1997 de 14 d'abril).
- Humitat relativa: entre el 50 i el 70% (Reial Decret 486/1997 de 14 d'abril).
- Llum ambiental: tènue (màxim de 100 lux), procedent de sistemes lumínics d'incandescència, evitant els fluorescents.
- Absència de contaminació acústica (menys de 50 dB ambientals).
- Absència d'elements que puguin alterar l'atenció del subjecte (telèfon, timbres...).
- La presència propera d'altres pacients simultàniament al moment de la intervenció es limita a 2 pacients més, els quals han d'estar informats prèviament de l'execució de l'estudi per atendre a les peticions de control del volum de la veu i del seu comportament en general.

### **Criteris de selecció de l'exercici segons l'estat del pacient**

Tot exercici terapèutic ha de presentar continguts motors, sensitius i cognitius:

- a. En l'**aspecte motor** és molt important l'elecció del nivell de participació motora del pacient, la qual ha de seguir els mateixos criteris en ambdós grups. Aquests criteris van en funció de les dades recollides sobre l'estat motor de l'individu obtingudes, sigui de l'observació del terapeuta al llarg de les diferents sessions, sigui de la primera avaluació i/o en les successives al llarg del període de tractament mitjançant la valoració de l'escala MESUPES. En aquesta, els ítems estan ordenats de forma jeràrquica de manera que el primer és el més senzill i a mesura que s'avança, augmenta la dificultat.

#### **MESUPES-braç:**

NOTA: Els ítems 1-4 són de realització més senzilla que els 5-8.

Si el valor obtingut en cada un dels ítems:

**De l'1 al 8=0 o 1:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma passiva en les diferents articulacions implicades.

**De l'1 al 4=2 i del 5 al 8=0 o 1:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions implicades, essent la participació motora del pacient permesa únicament aquella assolible per les seves possibilitats. En el cas que no fos assolible, es realitzarien les mobilitzacions de forma passiva.

**De l'1 al 8=2:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions implicades, adequant la participació motora a les possibilitats del pacient.

**De l'1 al 4≥3 i del 5 al 8≤2:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions implicades, adequant la participació motora a les possibilitats del pacient.

**De l'1 al 8=3 o 4:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions implicades, adequant la participació motora a les possibilitats del pacient, tenint en compte que aquests valors indiquen el requeriment d'assistència, a la qual el terapeuta ha d'adaptar-se i gestionar en funció de les necessitats en tot moment de la intervenció terapèutica.

**De l'1 al 4=5 i del 5 al 8≤4:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions implicades, adequant la participació motora a les possibilitats del pacient, tenint en compte que aquests valors indiquen únicament un lleu requeriment d'assistència, a la qual el terapeuta ha d'adaptar-se i gestionar en funció de les necessitats en tot moment de la intervenció terapèutica.

**De l'1 al 8=5:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma activa per part del pacient amb el control del terapeuta pel què fa als paràmetres del moviment (direcció, distància...), no de la intensitat de la contracció.

#### **MESUPES-mà: rang de moviment i orientació**

NOTA: Els ítems 1-6 (rang de moviment) són de realització més senzilla que els 7-9 (orientació).

Si el valor obtingut en cadascun dels ítems:

**De l'1 al 9=0:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma passiva en les diferents articulacions dels dits així com per la percepció de les superfícies tàctils a nivell de la mà.

**De l'1 al 6=1 i del 7 al 9=0:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions dels dits, permetent únicament la participació motora del pacient assolible per les seves possibilitats. Per la percepció de les superfícies tàctils a nivell de la mà, les mobilitzacions han de ser passives.

**De l'1 al 9=1:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma actiu-assistida en les diferents articulacions dels dits així com per la percepció de les superfícies tàctils a nivell de la mà adequant la participació motora a les possibilitats del pacient.

**De l'1 al 6=2 i del 7 al 9=1:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma activa en les diferents articulacions dels dits. Per la percepció de les superfícies tàctils a nivell de la mà s'han de realitzar de forma actiu-assistida, ajuda a la qual el terapeuta ha d'adaptar-se i gestionar en funció de les necessitats en tot moment de la intervenció terapèutica.

**De l'1 al 9=2:** s'han de realitzar les mobilitzacions de forma activa en les diferents articulacions dels dits així com per la percepció de les superfícies tàctils a nivell de la mà.

NOTA: El criteri d'ajuda per part del terapeuta i de la participació motora del pacient en les mobilitzacions de la intervenció es basa en la capacitat del pacient per poder activar la musculatura i desplaçar, sense compensacions, el segment i/o articulació involucrada, podent ser, l'ajuda del terapeuta, adaptada i modificada en tot moment.

NOTA: Cal tenir present que el nivell motor s'ha d'adequar a la tasca de discriminació que se li proposa al pacient, essent probable que la tasca requereixi ser realitzada amb un nivell motor inferior a les seves possibilitats.

- b. L'**aspecte sensitiu** existeix en ambdós grups: el cinestèsic en tota mobilització articular mentre que el tàctil s'ha de treballar amb l'ús de les diferents textures. En el cas del GE s'han establert tota una sèrie de tasques o problemes de discriminació d'informacions cinestèsiques i tàctils que el pacient ha de resoldre (94,95,102,183–185,194,215). Els criteris d'elecció del nivell de dificultat de la tasca per afavorir l'aprenentatge del pacient s'estableixen en funció de les dades recollides sobre el seu estat sensitiu obtingudes, sigui de l'observació del terapeuta al llarg de les

diferents sessions del període de tractament, sigui en la primera i/o successives avaluacions mitjançant l'escala RNSA cinestèsica i tàctil.

Respecte a les **sensacions propioceptives cinestèsiques:**

**Si valor 0**=absent a l'articulació moguda (espatlla, colze, canell i metacarpofalàngiques de la mà), s'ha de procedir al nivell de tasques de discriminació del moviment articular.

**Si valor 1**=apreciació del moviment però amb la direcció incorrecta a l'articulació valorada, s'ha de procedir al nivell de tasques de discriminació de paràmetres simples del moviment articular. Els paràmetres a treballar són la localització i la direcció del moviment.

**Si valor 2**=apreciació correcta de la direcció i realització correcta de la còpia de la direcció però amb errors en la discriminació de la nova posició, s'ha de procedir al nivell de tasques de discriminació de paràmetres complexes, en concret, de la distància del moviment articular.

**Si valor 3**=apreciació correcta del sentit de la posició articular, s'ha de procedir al nivell de tasques de discriminació de paràmetres complexes, en concret, de la posició estàtica (relacions espacials incloent totes les articulacions de l'ES) i la realització de la còpia de relacions espacials complexes amb l'ES sana.

**Si valor 9**= no valorable: en el cas de presentar-se aquest valor en tots els ítems, aquest representa criteri d'exclusió del pacient ja participant en l'estudi.

Respecte a les **sensacions tàctils:**

**Si valor 2**=normal o **1**=alteració en alguns dels ítems de la valoració del tacte superficial i de la pressió, s'ha de procedir al nivell de tasca de discriminació entre diferents superfícies.

**Si valor 0**=absent en algun dels ítems de tacte superficial o pressió o bé, en ambdós alhora, s'ha de procedir al nivell de tasca de discriminació de contactes en el segment corresponent.

**Si valor 2**=normal en la valoració de la localització del contacte, s'ha de procedir al nivell de tasca de discriminació entre diferents superfícies.



**Si valor 1=alterat o 0=absent** en la valoració de la localització del contacte, s'ha de procedir al nivell de tasca de discriminació de la localització del contacte.

**Si valor 9=no valorable:** en el cas de presentar-se aquest valor en tots els ítems, aquest representa criteri d'exclusió del pacient ja participant en l'estudi.

NOTA: L'administració del test és bilateral i aleatòria.

S'ha creat una jerarquia de problemes o tasques de discriminació sensitiva (94,95,184,185,215) (de menor a major dificultat): el terapeuta inicia la intervenció per la tasca que s'ajusta al nivell del pacient i planteja la següent tasca a mesura que el pacient resol, sense dificultats, la tasca anterior (indicació d'aprenentatge). S'ha d'explicar i fer conèixer al pacient de les diferents opcions possibles (diferents direccions, diferents posicions,...) que presenta cada una de les tasques.

Les tasques fan referència a les informacions articulars cinestèsiques i a les informacions tàctils (Figura 16). Aquestes es detallen en la següent taula (Taula 2):



**Figura 16.** Tasques de discriminació somatosensorial cinestèsiques i tàctils.

**Autors:** Silvano Chiappin i Òscar Ruiz.

<b>Tasca sensitiva</b>	<b>Nivells de dificultat (de menor a major)</b>	<b>Descripció i activitat cognitiva requerida</b>
Cinestèsica	Discriminació del moviment articular	1. Reconeixement del canvi entre presència i absència del moviment: "avisa'm quan sentis el canvi"
		2. Reconeixement de la presència o absència del moviment: "avisa'm quan sentis que es mou l'articulació X"
	Discriminació de paràmetres simples del moviment articular	3. Reconeixement de l'articulació moguda: "quina articulació s'ha mogut?" (A: espatlla o colze o canell / B: interfalàngica distal, proximal o metacarpofalàngica dels diferents dits)
		4. Reconeixement de la direcció del moviment en l'articulació X: "cap a on es mou?" (en funció del grau de llibertat de cada articulació: amunt-avall / obrir-tancar / cercles).
	Discriminació de paràmetres complexos del moviment articular	5. Reconeixement de la distància del moviment en l'articulació X: "quant s'ha mogut?; en quina posició estàs?"
		6. Reconeixement de la posició estàtica (relacions espaials): "com sentis el colze respecte l'espalla?"
		7. Realització de la còpia de les relacions espaials amb l'extremitat contralateral: "prova d'imitar exactament la mateixa posició amb l'altre braç"
Tàctil	Discriminació de contactes	1. Reconeixement del canvi entre presència i absència de contacte: "avisa'm quan hi hagi el canvi"
		2. Reconeixement de la presència o absència de contacte: "avisa'm si sentis que hi ha una superfície en contacte amb el palmell de la mà i dits?"
	Discriminació de la localització del contacte	3. Reconeixement de la localització del contacte: "a on sentis el contacte?"
	Discriminació de superfícies tàctils	4. Reconeixement de semblances i/o diferències: "aquesta superfície és la mateixa o diferent a la que has sentit anteriorment?"
		5. Reconeixement del tacte (categorització de la superfície): "com sentis aquesta superfície?"

**Taula 2. Jerarquia de tasques de discriminació sensitiva**

NOTA: Independentment del nivell motor del pacient, si es requereix treballar amb les tasques cinestèsiques 1, 2 o 3, aquestes únicament es realitzen de forma passiva.

NOTA: Per disminuir la dificultat de cada tasca tàctil i quan el nivell motor d'elecció és el passiu, es pot optar per realitzar-les essent el terapeuta qui mou la superfície tàctil per sota la mà, enlloc del pacient, eliminant així una possible confusió d'informacions cinestèsiques donades pel propi moviment de la mà.

NOTA: Independentment del nivell motor del pacient, si es requereix treballar amb la tasca tàctil 1, aquesta únicament es pot realitzar de forma passiva. Les tasques 2 i 3, a part de passives, són també possibles de forma actiu-assistida.

c. L'**aspecte cognitiu** inclou el factor d'estudi i per tant, difereix en la seva aplicació entre els dos grups:

#### Grup control:

El pacient ha de mantenir els ulls tancats durant la intervenció del terapeuta, en la qual no s'estableix cap tasca concreta entre terapeuta i pacient, més enllà de la mobilització articular i el contacte amb les superfícies tàctils (102).

Malgrat això, el terapeuta li ha de realitzar preguntes sobre qualsevol tema, d'actualitat o no (p.ex. sobre el temps, la cuina, els esports, etc.), per tal d'establir una interacció amb el pacient. Es produeix, així, l'activació dels processos cognitius (igual que en el GE) però amb la diferència que les preguntes no són relatives al cos, al moviment ni a l'exercici i, per tant, l'activació no es guia cap a les informacions somestèsiques propioceptives i tàctils ni a l'aprenentatge motor sinó que són preguntes lliures i sobre altres temàtiques.

#### Grup experimental:

Es diferencia del GC per l'adhesió del factor d'estudi. **Els elements a considerar en aquest factor d'estudi són els que caracteritzen el present protocol.** Són els següents:

1. Proposta d'un problema a resoldre.
2. Utilització d'estratègies cognitives per accedir al sistema motor (sistema de les neurones mirall).
3. Activació guiada dels processos cognitius.
4. Aprenentatge.
5. Llenguatge del terapeuta com a guia.

6. Aportar *feedback* de l'execució (*performance*) i/o dels resultats.
7. Exercici com a experiència per recuperar el control del moviment.

Aquests elements s'han d'incorporar durant la mateixa realització de les mobilitzacions articulars i del contacte amb les superfícies tàctils (problema o tasca de discriminació).

1. El fisioterapeuta tria i proposa el **problema** a resoldre pel pacient a través del moviment del cos i amb els ulls tancats (94,95,102,183–186,194,215). És important guiar el pacient i adequar la pregunta, relativa a les informacions del cos, al nivell d'esforç cognitiu, motor i sensitiu que pot assolir a través de la jerarquia en les tasques (tots 3 aspectes imprescindibles pel control motor). En el cas que el pacient no el compregui o no sigui capaç de resoldre'l, el terapeuta ha de tenir la capacitat per modificar la pregunta i adequar el problema al nivell del pacient en tot moment (52).

2. Tots els problemes, implicant la cognició del pacient, s'han de plantejar amb l'ús de les **estratègies rehabilitadores basades en el sistema de les neurones mirall** (14,20):

- **Observació de l'acció** en una tercera persona (el mateix terapeuta) o en l'extremitat sana del mateix pacient.
- **Comprensió de la intenció i imitació** d'una acció observada en una tercera persona o en la part homòloga del mateix pacient. Posteriorment, tenint en compte aquests aspectes, es procedeix a la imitació, per part del pacient, de la mateixa acció amb l'ajuda motora o no del terapeuta.
- **Anticipació i imaginació** del moviment de l'ES en primera persona. Consisteix en observar en una altra persona (p.ex. el terapeuta) o bé, fer sentir en el mateix pacient, per exemple, el moviment de cercles (tasca de discriminació 3 d'informacions propioceptives) a nivell del canell (del mateix cantó afectat o bé, partint de la part sana). Al pacient se li demana, després, que anticipi i imagini el moviment de forma cinestèsica, és a dir, ha d'imaginar-se de sentir la mateixa sensació de la direcció circular, la fluïdesa i suavitat del moviment del canell, sense dolor, etc. i, posteriorment, reconèixer si el successiu moviment que se li realitza i sent en l'articulació coincideix o no amb allò imaginat (183–186), cosa que implica alhora l'activació dels processos cognitius de comparació, memòria de treball, presa de decisió i selecció de la resposta (195). Es pot realitzar també com a tasca de discriminació tàctil: el pacient observa les superfícies tàctils, se li demana d'imaginar quina sensació tindria si toqués aquella indicada pel terapeuta

(característiques de la textura com la rugositat i aspectes més emocionals tals com si li sembla agradable,...o bé, si li recorda a quelcom tocat i conegut prèviament) i, posteriorment, amb ulls tancats, el terapeuta li fa sentir una textura per tal que el pacient discrimini i reconegui si és la mateixa superfície que s'ha imaginat o bé una de diferent (194). Enlloc d'iniciar amb l'observació, es pot procedir igual però amb el contacte inicial d'una superfície, posteriorment es treu el contacte i el pacient ha de seguir mantenint en ment la sensació per, després, comparar allò imaginat amb una successiva superfície.

**3.** En tots els problemes i en totes les diferents situacions, l'intent de resolució del problema mitjançant hipòtesis de solució fa que el pacient hagi d'**activar els processos cognitius** (atent a la direcció, recordar com hauria de ser el moviment o la textura, simular mentalment l'acció, etc...) per aprendre (94,95,183–186,195,196,216). En el moment en el qual la dificultat de la tasca es redueix (el pacient la sap resoldre), aquesta s'ha de modificar per mantenir un nivell de dificultat que li impliqui aprenentatge (52).

**4.** Dins de les diferents formes d'**aprenentatge**, l'explícit o declaratiu és aquell que inclou l'activació cognitiva. En relació al moviment, s'aprenen els components de l'acció motora, els quals són recordats o reconeguts de forma conscient, implicant l'atenció, la reflexió,... La repetició constant permet transformar aquestes accions apreses de forma declarativa en coneixements no declaratius procedimentals, esdevenint moviments automatitzats, sense necessitat de posar-hi atenció conscientment (52). Alhora, les estratègies cognitives activades pel sistema de les neurones mirall (observació, imatge i imitació de l'acció) són també mecanismes d'aprenentatge motor.

**5. El llenguatge del terapeuta com a guia pel pacient** representa un aspecte molt important (52,63,179). Més enllà de l'explicació de l'exercici i del seu objectiu, el llenguatge s'utilitza durant el desenvolupament de la tasca. En les mobilitzacions passives, el llenguatge emprat pel terapeuta ha de ser "*deixa't portar, sóc jo qui et porto, no moguis, només sent*"; en el cas de les mobilitzacions actiu-assistides, es demana al pacient que col·labori i ajudi en la contracció muscular durant el moviment iniciat i guiat pel terapeuta ("*acompanya'm*" "*ajuda'm més*"...). En les actives, se li demana al pacient que mogui ell ("*ves a sentir la posició X*"). El llenguatge ha de permetre dirigir l'atenció cap a les informacions del cos, fet diferencial respecte al GC, i alhora constituir un *feedback* extrínsec, si el terapeuta ho creu oportú.

**6. Retroalimentació o *feedback*:** A part del *feedback* intrínsec donat per les informacions del cos i visuals provinents de la realització de les tasques (durant o al final), el terapeuta pot facilitar un *feedback* extrínsec a través del llenguatge dirigit al moviment i al cos del pacient (durant i/o al final de la tasca). El terapeuta ha d'estar format per saber quan proporcionar-lo, és a dir, aquest no es dona sempre igual, ni a cada intent sinó que és intermitent. S'ha vist que aquesta modalitat afavoreix més la transferència dels aprenentatges de l'exercici (12,52,194).

7. Es plantegen els **exercicis com a experiències** programades per a cada pacient, seguint així els coneixements de neurociències més actuals sobre la plasticitat del sistema nerviós i, com a conseqüència, obtenir aprenentatges. Les informacions aferents i les experiències viscudes s'ha vist que són, justament, responsables de la reorganització (107,117,118). Per aquest motiu, es treballa amb ulls tancats (si cal, s'utilitza un antifaç) per fomentar la cognició i per tal que el pacient resolgui el problema a través de les **informacions aferents** provinents de les articulacions (cinestèsiques) o de les superfícies tàctils. Alhora, s'ha de buscar en la seva experiència prèvia o prelesional per tal d'afavorir i facilitar l'experiència viscuda amb el propi exercici terapèutic, que relaciona el seu cos amb sí mateix i amb l'entorn. Les informacions aferents i l'experiència prèvia són elements constituents del control motor (*feedback* i síntesi aferent) (6,11,52).

### **Modalitats d'execució de l'exercici**

En la modalitat d'execució s'hi inclou la mateixa elecció de la participació motora i del problema a plantejar més adequat en funció del nivell motor, sensitiu i cognitiu del pacient. El problema es formula seguint i progressant en les preguntes presentades en la jerarquia de tasques de discriminació amb la guia i correccions constants per part del terapeuta.

NOTA: Recordar que en el cas que el nivell motor escollit sigui l'actiu (grau 3), es pot plantejar la mateixa jerarquia de problemes però tenint en compte que hi ha certes tasques que únicament es poden realitzar de forma passiva (ja especificades prèviament).

A part d'aquests aspectes, respecte a les **estratègies del SNM a utilitzar cal especificar que:**

- **Ús de l'observació de l'acció:** indicat per qualsevol tasca. El fisioterapeuta ha d'escollir utilitzar l'observació en els casos de problemes de comprensió de la tasca així com per la verificació de la resposta o en la correcció dels errors per la

successiva millora de la tasca ja que l'observació permet dirigir l'atenció del pacient als seus elements útils (control visual, *feedback* intrínsec).

- **Ús de la imitació d'una acció observada en una tercera persona o en el mateix cantó sa:** indicat en les tasques de nivell de discriminació de paràmetres complexos del moviment articular i quan el pacient presenta el nivell motor actiu-assistit o actiu. El terapeuta ha d'escollir utilitzar la imitació, com a continuació de l'ús de l'observació de la mateixa acció observada, proposant al pacient la tasca corresponent. Per exemple: se li demana al pacient, havent observat el moviment de flexo-extensió de canell en el seu cantó sa o en el canell del propi terapeuta, que imiti el moviment (pacient amb ulls tancats) i que es pari en la mateixa posició (p.ex. distància/posició de dits una mica més alts que el canell). Un altre exemple, consisteix en què el pacient ha d'imitar la posició de l'ES sana (posicionada amb determinades relacions espacials entre les diferents articulacions). Cal fer constar que en ambdós exemples hi ha implicada la formació de la imatge motora.
- **Ús de l'anticipació:** indicat per qualsevol tasca. Sempre es requereix la utilització de la imatge o anticipació en qualsevol de les tasques de discriminació. La imatge en primera persona es pot realitzar partint del moviment o de les sensacions de tacte del mateix cantó afectat o bé, del cantó sa. Considerant que tant la capacitat per imaginar com la sensibilitat estan intactes o bé, en millor estat en el cantó sa que en l'afectat (valorades amb l'escala KVIQ i amb l'escala RNSA, respectivament), s'ha de provar d'iniciar sempre pel cantó afectat i, en el cas d'incapacitat o dificultats, aleshores s'ha d'utilitzar el recurs d'iniciar des del cantó sa o fer una transformació visual-tàctil. El terapeuta ha d'escollir l'opció en funció de la facilitat per imaginar i per sentir del pacient (orientat també pels resultats del test KVIQ). És criteri del terapeuta poder canviar la modalitat al llarg de les sessions, en funció de les experiències del pacient. Alhora, ha de conèixer i aplicar els mecanismes de control per valorar i obtenir una correcta imatge motora.

NOTA: La realització de tasques amb activació muscular activa pel pacient (grau 3) ha de tenir lloc directament amb l'ús de l'anticipació, fet que implica al pacient, primer, imaginar i preveure com ha de sentir una superfície tàctil o bé un determinat moviment des de l'articulació X, cap a la direcció Z, amb una distància D, etc... per, després, realitzar-lo tenint en compte allò que s'espera (no només paràmetres de direcció i

distància sinó també de qualitat del moviment). D'aquesta manera es treballa sobre la planificació i execució de l'acte motor.



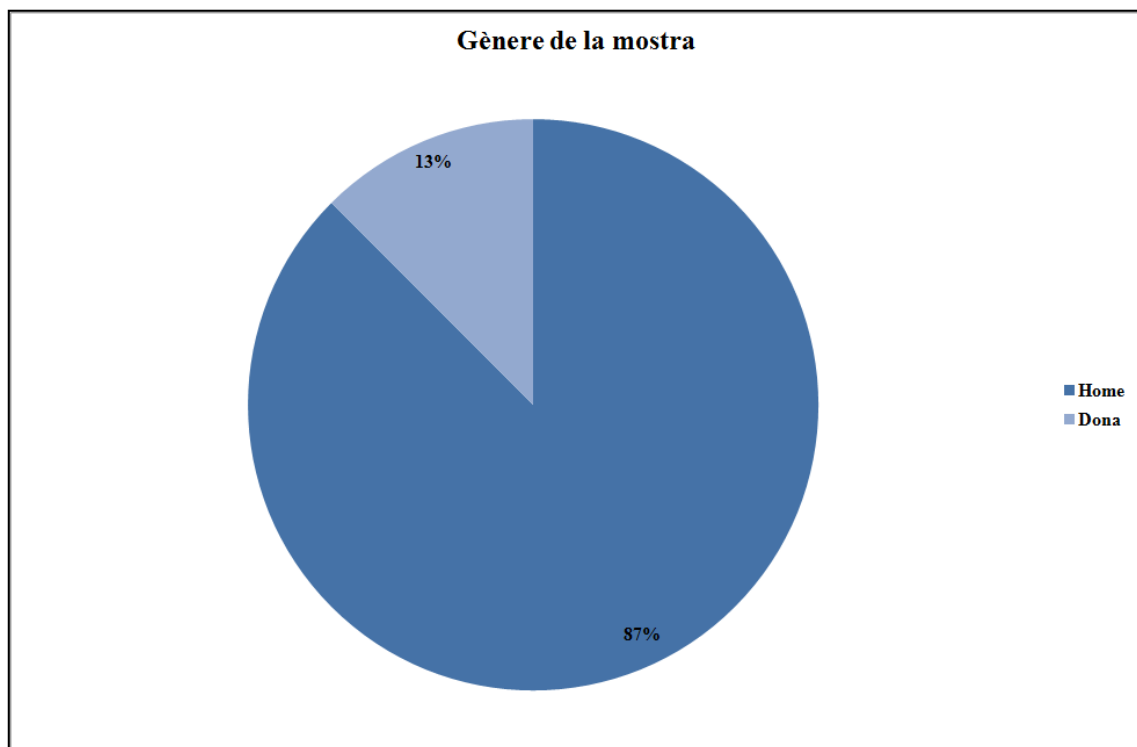
### 5.3. ESTUDI PILOT

A continuació s'exposen els resultats obtinguts en l'estudi pilot. Aquests es presenten tant per les variables d'estudi de la mostra com per les variables de viabilitat:

- Dades demogràfiques i característiques clíniques dels participants.
- Resultats de l'estudi pilot: organitzats en funció de l'escala d'avaluació.
- Dades de viabilitat.

#### 5.3.1. Dades demogràfiques i característiques clíniques

L'estudi ha inclòs una  $n=8$ , 7 homes i 1 dona amb una mitjana d'edat de  $53,37 \pm 9,56$  anys, en un rang de 40-66 anys. Tots presentaven dominància del cantó dret del cos. Amb l'excepció d'un participant (P), el P.4, la resta va presentar l'ictus de l'ACM al cantó dret. El temps des de l'ictus fins a l'inici de la intervenció ha abraçat dels 20 als 90 dies, amb una mitjana de  $43,5 \pm 23,02$  dies, essent tots considerats en fase subaguda del seu procés.



Gràfica 1. Gènere de la mostra

En la comparativa entre grups a l'inici de l'estudi, no es van trobar diferències significatives per cap dels aspectes citats: gènere ( $p=1$ ), edat ( $p=0,886$ ), localització de l'ictus segons si afectació a l'hemisferi dret o esquerre ( $p=1$ ) i temps transcorregut des de l'ictus fins a l'inici de la intervenció ( $p=0,886$ ).

### 5.3.2. Resultats de l'estudi pilot

Els resultats de l'estudi i el seu anàlisi estan condicionats a la reduïda mostra reclutada. Els resultats s'han obtingut a través de l'ús de la bateria d'escala d'avaluació per les diferents variables per obtenir, de forma acurada, informació sobre la funcionalitat de l'ES, la força muscular, la sensibilitat tàctil i cinestèsica i sobre la capacitat d'imaginar el moviment de l'ES en la seva dimensió visual i cinestèsica.

#### *Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES)*

##### MESUPES - braç:

Tots els participants, excepte el P.2 del GC, van presentar resultats positius al final de l'estudi pilot. A la taula 3 es mostren els valors obtinguts per cada participant al llarg de les diferents avaluacions (des d'A1 fins A4) amb una Md dels punts de canvi pre-post intervenció (A4-A1) més favorable en el GE. Els rangs interquartílics del GC són superiors als del GE, indicant una major dispersió de les mesures del GC al llarg de l'estudi. En el GE, la dispersió tendeix a disminuir a partir d'A2.

GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
P.1	37	38	38	39	2	P.5	36	40	40	40	4
P.2	14	10	10	8	-6	P.6	35	38	40	40	5
P.3	10	13	15	14	4	P.7	28	30	33	36	8
P.4	22	28	28	30	8	P.8	30	30	34	36	6
<b>Md</b>	18	20,5	21,5	22		<b>Md</b>	32,5	34	37	38	
<b>Rang IQ</b>	29,5	21,5	20,5	23,5		<b>Rang IQ</b>	6,5	9	6,5	4	
<b>Dif</b>		2,5	1	0,5		<b>Dif</b>		1,5	3	1	
<b>Md punts canvi</b>		2	0	0	3	<b>Md punts canvi</b>		2,5	2,5	1	5,5

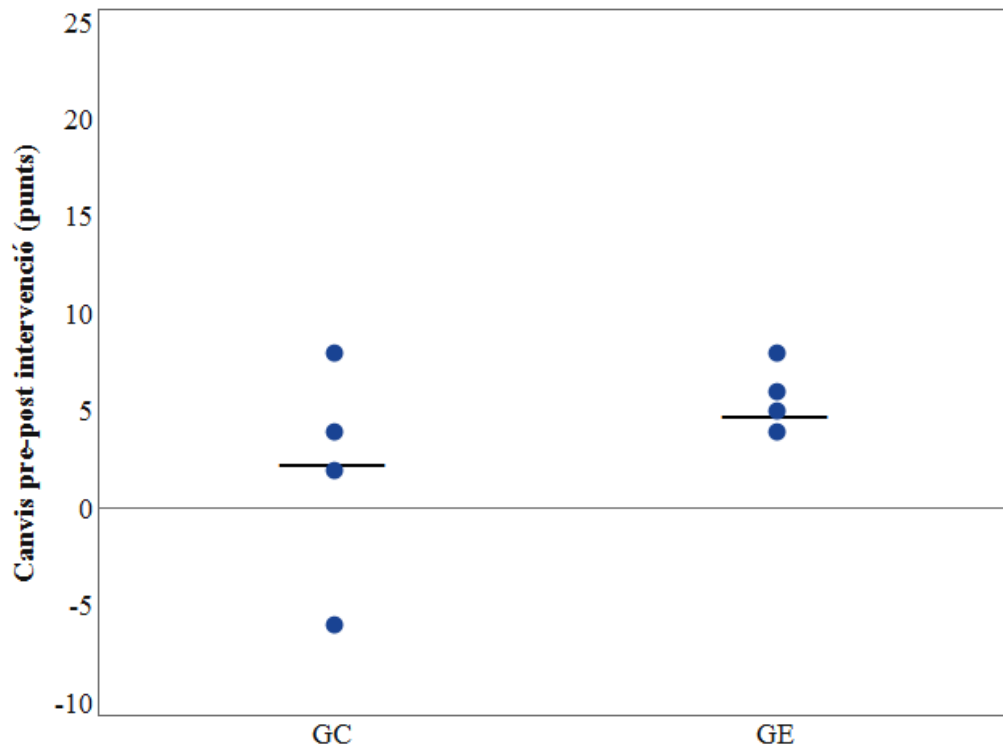
**Taula 3.** Resultats de MESUPES-braç.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental;  
 Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=40; Mínima puntuació=0.

La millora més accentuada és de 8 punts i es presenta en dos casos, corresponents a un participant de cada grup (P.4 del GC i P.7 del GE).

La següent gràfica (Gràfica 2) mostra les diferències entre els dos grups en relació als punts de canvi de cada participant pre i post-intervenció (A4-A1), a on s'hi observa que tots els participants del GE han millorat, amb valors de canvi agrupats al voltant de la línia que indica el valor de la Md dels punts de canvi, i essent aquesta superior a la del GC. En

el GC, un dels participants ha empitjorat presentant valors inferiors a 0. Els participants que han rebut el tractament neurocognitiu han millorat (valor  $A4 > A1$ ) més que en el GC malgrat no existir diferències significatives en la comparativa entre grups dels punts de canvi ( $p=0,371$ ).



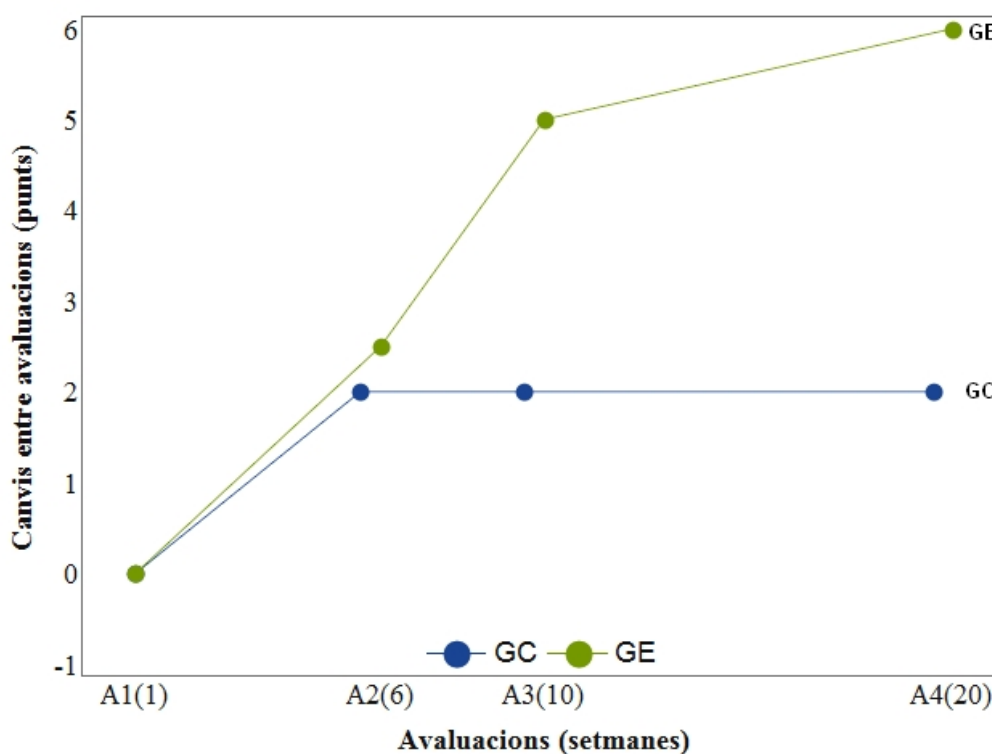
**Gràfica 2.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la MESUPES-braç.

GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

En concret, en el GE, tots els pacients presenten canvis positius en A2, avaluació que té lloc després de les primeres 5 setmanes de tractament. Si es considera el període en què els punts de canvi són més importants, s'observa que en la meitat dels pacients del GE (P.5 i P.6) aquests canvis es corresponen als del període A1-A2 mentre que el P.7 evoluciona per igual en els períodes posteriors i el P.8 presenta els majors canvis al final del tractament (període A2-A3). Cal tenir en compte que dos dels participants del GE ja presentaven la màxima puntuació possible de 40 punts en A3 (avaluació post-tractament) i mantenint-se en A4 (*follow-up*). Pel què fa al GC, tots els participants, inclòs el P.2 que va evolucionar amb empitjorament, van presentar els seus principals canvis en A2 (Taula 3).

Per mostrar l'evolució clínica de cada grup en les diferents avaluacions i representar gràficament els canvis pròpiament de la intervenció terapèutica, es prenen en consideració

les medianes dels punts de canvi de cada període (A1-A2, A2-A3 i A3-A4) (Taula 3 i Gràfica 3). En la gràfica 3 s'observa com els canvis han estat superiors en el GE, tot i mostrar una evolució inicial similar entre els dos grups. Cal considerar que la dispersió del GE, a part de ser més petita que en el GC, també tendeix a disminuir (Taula 3), indicant un possible efecte del tractament i una tendència a la millora en els seus valors. En el GE, la major evolució es presenta entre A2-A3, moment corresponent al final del període de tractament. Per contra, els pacients del GC mostren el seu màxim canvi en el període A1-A2, durant les 5 primeres setmanes de tractament, moment a partir del qual hi ha una frenada dels valors de canvi fins al final de l'estudi. En ambdós grups, globalment s'observa com té lloc una millora gradual de la funcionalitat del braç al llarg de les avaluacions amb una major estabilització dels valors en el període A3-A4, amb petits guanys en el GE.



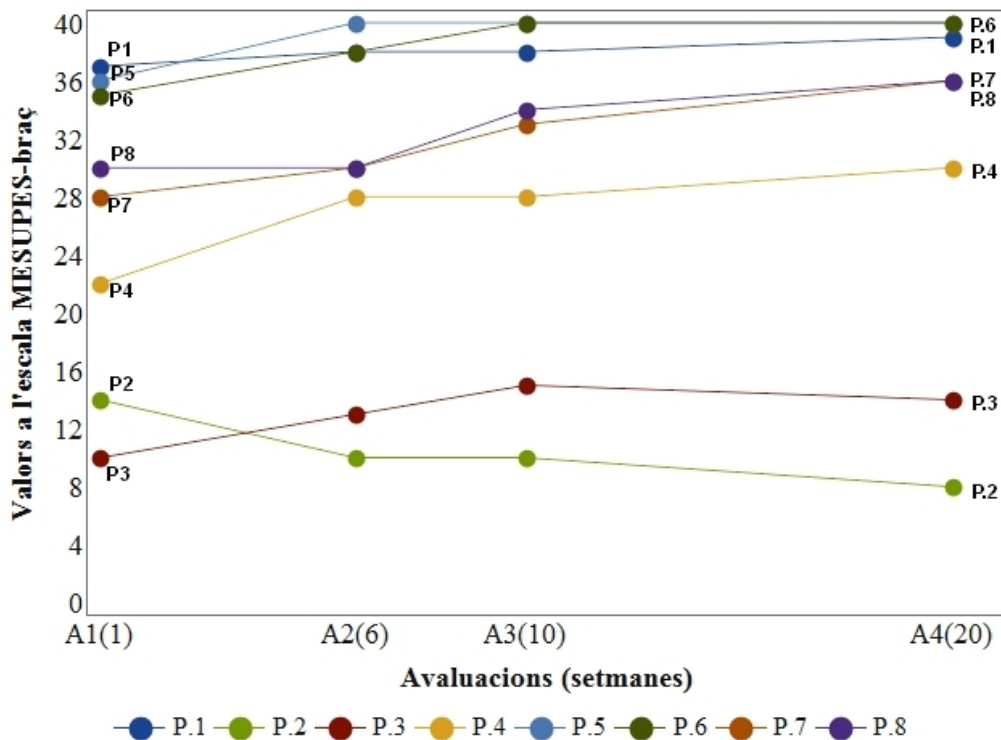
**Gràfica 3.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la MESUPES-braç.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

L'evolució clínica A1-A4 no ha presentat significació estadística ni en el GC ( $p=0,625$ ) ni en el GE ( $p=0,125$ ). Tampoc existeixen diferències significatives entre grups en A4 ( $p=0,114$ ) ni en A1 ( $p=0,343$ ), malgrat que es poden descriure diferències en l'estat inicial dels participants, tal i com mostra la taula 3. A més, també per comparar l'evolució en el

moment final de la intervenció (A4) es calcula l'estimació de la diferència de medianes (GC - GE) que és de -16, cosa que indica valors més alts del GE, amb interval de confiança del 95%: -32 , 3.

Amb independència del grup de procedència, els participants es poden classificar segons els seu nivell basal, considerant aquells amb valors més alts d'inici (P.1, P.5, P.6 i P.8), valors més moderats (P.4 i P.7) i amb valors més baixos (P.2 i P.3). S'observa que aquells que han aconseguit canvis més destacables són els de la franja mitja, tots dos amb una millora de 8 punts obtinguts, en un, a les primeres 5 setmanes, i en l'altre, posteriorment. Pel què fa als participants amb valors més alts, tots han millorat però amb limitacions ja que dos, abans de la finalització de l'estudi, havien assolit la puntuació màxima de 40 i els altres dos, aconsegueixen 2 i 6 punts, respectivament sense arribar als 40. Els principals canvis s'han produït en el període A1-A2, amb l'excepció del P.8 que els obté en el període A2-A3. En relació als participants amb valors inicials baixos, un ha evolucionat de forma similar als dels valors alts (millora de 4 punts) però l'altre, ha empitjorat (Gràfica 4).



**Gràfica 4.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la MESUPES-braç.  
A: Avaluació; P: Participant.

**MESUPES - mà:**

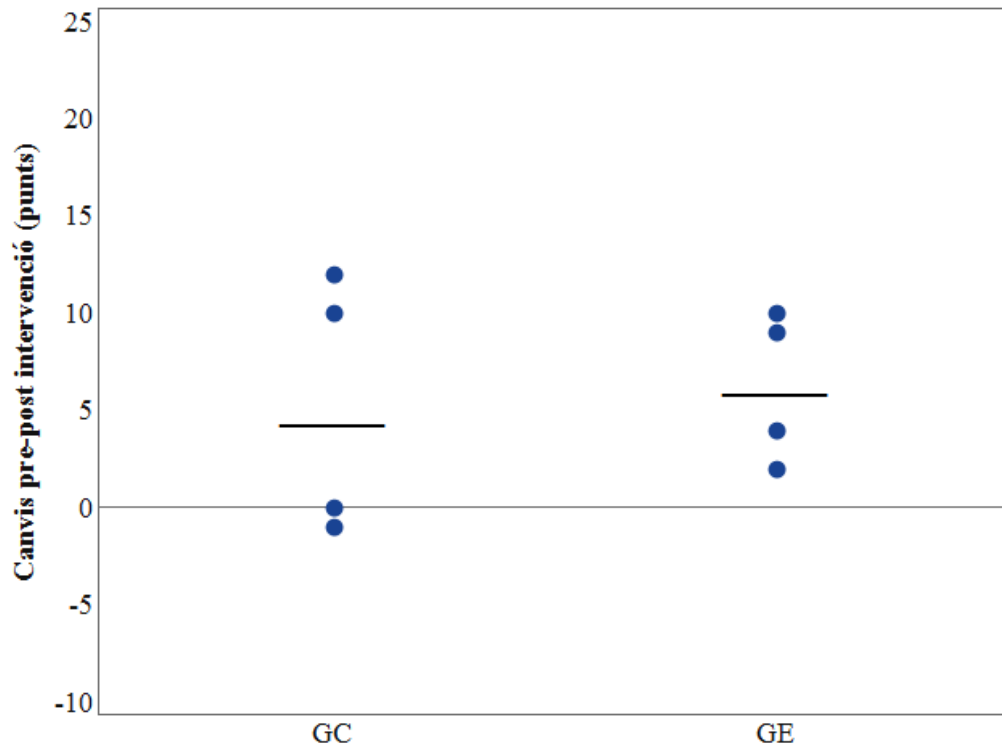
Al final de l'estudi, tots els pacients del GE i la meitat del GC van presentar resultats positius en el moviment de canell i dits. A la taula 4 es mostren els valors obtinguts per cada participant al llarg de les diferents avaluacions (des d'A1 fins A4) amb una Md dels punts de canvi pre-post intervenció (A4-A1) lleugerament més favorable en el GE i amb una marcada dispersió de les mesures en el GC, tal i com mostren els rangs interquartílics. En el GE, la dispersió tendeix a disminuir a partir d'A2, mostrant la mínima al final del tractament.

<b>GC</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A4-A1</b>	<b>GE</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A4-A1</b>
<b>P.1</b>	6	13	17	18	<b>12</b>	<b>P.5</b>	8	16	17	18	<b>10</b>
<b>P.2</b>	1	0	0	0	<b>-1</b>	<b>P.6</b>	16	17	17	18	<b>2</b>
<b>P.3</b>	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>P.7</b>	9	11	14	13	<b>4</b>
<b>P.4</b>	3	6	15	13	<b>10</b>	<b>P.8</b>	8	11	17	17	<b>9</b>
<b>Md</b>	2	3	7,5	6,5		<b>Md</b>	8,5	13,5	17	17,5	
<b>Rang IQ</b>	4	9,5	16	15,5		<b>Rang IQ</b>	4,5	5,5	1,5	3	
<b>Dif</b>		1	4,5	-1		<b>Dif</b>		5	3,5	0,5	
<b>Md punts canvi</b>		1,5	2	0	<b>5</b>	<b>Md punts canvi</b>		2	2	0,5	<b>6,5</b>

**Taula 4.** Resultats de MESUPES-mà.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medians; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=18; Mínima puntuació=0.

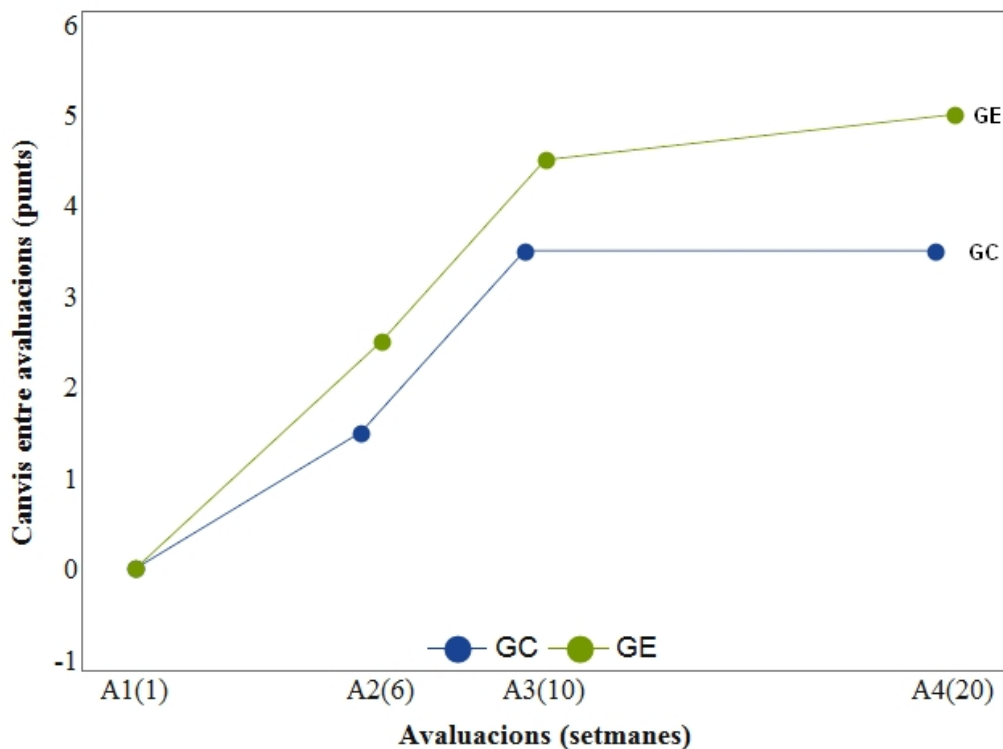
La gràfica 5 mostra les diferències entre els dos grups en relació als punts de canvi de cada participant pre i post-intervenció (A4-A1), a on s'hi observa la superioritat del valor de la Md en el GE així com que el 100% dels seus participants han presentat millores a nivell de la mà, a diferència del 50% del GC. La gràfica indica que els participants que han rebut el tractament neurocognitiu han millorat més malgrat que aquesta diferència no resulta estadísticament significativa en la comparativa entre grups dels punts de canvi ( $p=0,943$ ).



**Gràfica 5.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la MESUPES-mà.  
GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

En concret, en el GE, els canvis més importants de la mà es van produir en A2 en dos casos (P.5 i P.6) i en A3 en els altres dos (P.7 i P.8). En relació als dos participants que van evolucionar positivament en el GC, un va aconseguir els canvis més evidents en A2 (P.1) i l'altre, en A3 (P.4) (Taula 4).

Per mostrar l'evolució clínica de cada grup al llarg de les diferents avaluacions i representar gràficament els canvis pròpiament de la intervenció terapèutica, es prenen en consideració les medians dels punts de canvi de cada període (A1-A2, A2-A3 i A3-A4) (Taula 4 i Gràfica 6). S'observa com el GE ha mostrat canvis més alts des de l'inici i durant tot l'estudi, aconseguint canvis funcionals a la mà més aviat que en el GC. L'evolució favorable és més pronunciada durant les 10 setmanes de tractament, moment de mínima dispersió, mantenint-se i, fins i tot, continuant millorant lleugerament durant el període post-tractament, dades que indiquen un possible efecte del tractament i una tendència a la millora en els valors d'aquest grup. En el GC, la mà també aconsegueix canvis favorables, principalment en el període A2-A3, més tardanament que en el GE, sense assolir els valors del GE i estabilitzant-se en el període A3-A4.



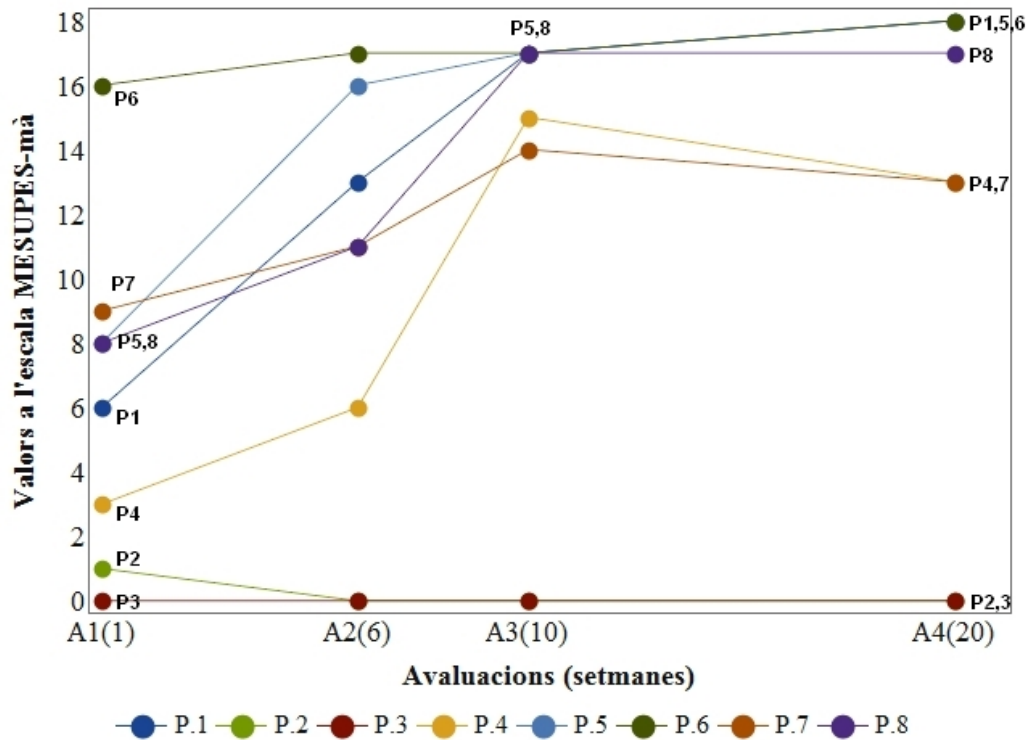
**Gràfica 6.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la MESUPES-mà.  
A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

L'evolució clínica A1-A4 no ha presentat significació estadística en cap dels dos grups (GC,  $p=0,5$ ; GE,  $p=0,125$ ). D'altra banda, sí que existeixen diferències estadísticament significatives en A1 entre els dos grups ( $p=0,029$ ) malgrat l'assignació aleatòria utilitzant una taula de números aleatoris (Taula 4). L'estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 és de -9, cosa que indica valors més alts del GE, amb interval de confiança del 95%: -18, 1.

Amb independència del grup de procedència, els participants es poden classificar segons els seu nivell inicial, considerant únicament el P.6 amb valors més alts i poc marge de millora mentre que la majoria de pacients pertanyen a una franja mitja. Aquests han evolucionat favorablement al llarg de l'estudi. Els P.2, P.3 i P.4 es considerarien en la franja de valors més baixos inicials, mostrant una evolució negativa, una manca d'evolució o bé, una millora tardana, respectivament.

La gràfica 7 mostra l'evolució de cada participant al llarg de les diferents avaluacions de l'estudi pilot.





Gràfica 7. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la MESUPES-mà.  
A: Avaluació; P: Participant.

### MESUPES-braç i MESUPES-mà:

Tots els participants excepte els P.2 i P.3 del GC han assolit un canvi mínim detectable de 7 o més punts en la suma de les diferències entre els valors finals i inicials (punts de canvi) considerant les dues dimensions de l'escala conjuntament (braç i mà). Si es concreta per cada dimensió, aleshores, els resultats són lleugerament diferents ja que per la MESUPES-braç únicament el P.4, pertanyent al GC, i els P.7 i P.8 del GE han assolit un canvi de 6 punts, que podria considerar-se aquell necessari per obtenir canvis clínics. Per la MESUPES-mà, dos participants del GC (P.1 i P.4) i tots del GE haurien assolit el mínim canvi de 2 punts considerat per obtenir els corresponents canvis clínics.

Per últim, la mà ha obtingut més millores que el braç, a través del càlcul de: (Md dels punts de canvi / valor total de cada subescala) x 100, obtenint un percentatge de punts superior de la mà en ambdós grups (7,5% braç vs 27,7% mà en el GC; 13,75% braç vs 36,1% mà en el GE).

### Motricity Index (MI)

En el present estudi pilot, 7 dels 8 participants van presentar un augment de la força muscular en l'extremitat superior afectada (Taula 5), amb una Md dels punts de canvi pre-

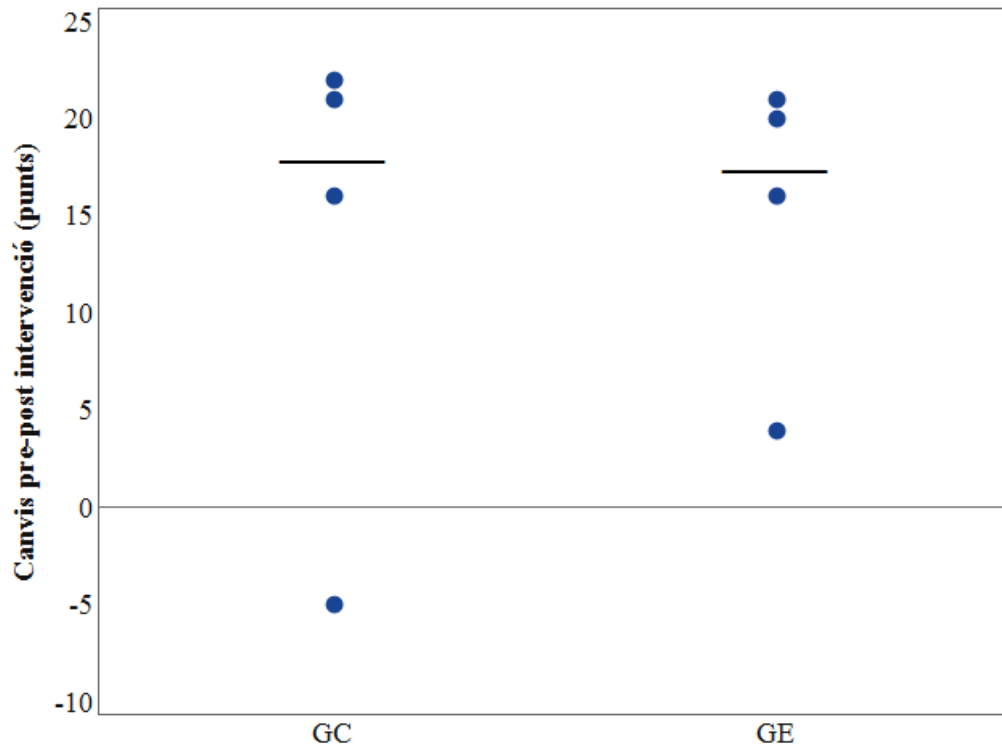
post intervenció (A4-A1) pràcticament igual en els dos grups. Les mesures del GC presenten rangs interquartílics més alts que els del GE, augmentant en el temps, a diferència del què succeeix en el GE, dispersió que tendeix a disminuir al llarg de l'estudi.

<b>GC</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A4-A1</b>	<b>GE</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A4-A1</b>
<b>P.1</b>	64	77	77	85	<b>21</b>	<b>P.5</b>	73	93	93	93	<b>20</b>
<b>P.2</b>	34	29	34	29	<b>-5</b>	<b>P.6</b>	73	77	77	77	<b>4</b>
<b>P.3</b>	19	24	29	35	<b>16</b>	<b>P.7</b>	56	73	77	77	<b>21</b>
<b>P.4</b>	45	67	67	67	<b>22</b>	<b>P.8</b>	61	73	77	77	<b>16</b>
<b>Md</b>	39,5	48	50,5	51		<b>Md</b>	67	75	77	77	
<b>Rang IQ</b>	28	45,5	40,5	44		<b>Rang IQ</b>	14,5	12	8	8	
<b>Dif</b>		8,5	2,5	0,5		<b>Dif</b>		8	2	0	
<b>Md punts canvi</b>		<b>9</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>18,5</b>	<b>Md punts canvi</b>		<b>14,5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>18</b>

**Taula 5.** Resultats del test *Motricity Index*.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=100; Mínima puntuació=0.

La gràfica 8 mostra les diferències entre els dos grups en relació als punts de canvi de cada participant pre i post-intervenció (A4-A1), a on s'hi observa una Md de punts de canvi pràcticament igual entre els dos grups. Tots els participants del GE han presentat punts de canvi favorables i per tant, millores en la força muscular mentre que en el GC els canvis favorables s'han trobat en el 75% dels seus participants. Ambdós tractaments han permès un guany de la força muscular en els participants d'aquesta mostra (amb l'excepció d'un participant del GC), sense que s'hagin trobat diferències estadísticament significatives en la comparativa entre grups dels punts de canvi ( $p=0,829$ ).

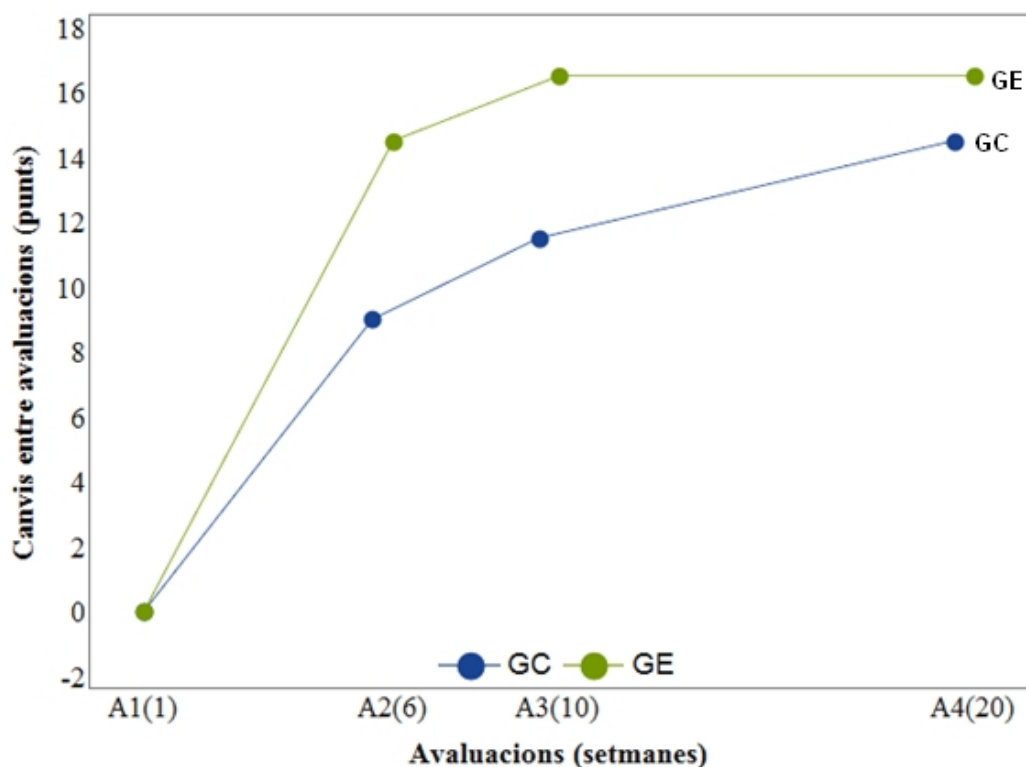


**Gràfica 8.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en el test *Motricity Index*.

GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

En concret, els canvis més evidents s'observen durant les primeres 5 setmanes de tractament en ambdós grups (període A1-A2). A més, en el moment A2 tots els participants, exceptuant el P.2, han presentat millores en la força muscular (Taula 5).

En la gràfica 9 sobre l'evolució clínica de cada grup al llarg de l'estudi a través de les medianes dels punts de canvi de cada període s'hi evidencia un comportament similar entre els dos grups, però amb valors de canvi superiors de la força muscular en el GE. Tots dos grups presenten els seus principals canvis durant el període A1-A2, per després continuar millorant i estabilitzar-se fins a A4. Els canvis A3-A4 són superiors en el GC ja que el GE no evoluciona, mantenint els valors, degut a haver arribat pràcticament a valors màxims a A3 (Taula 5).



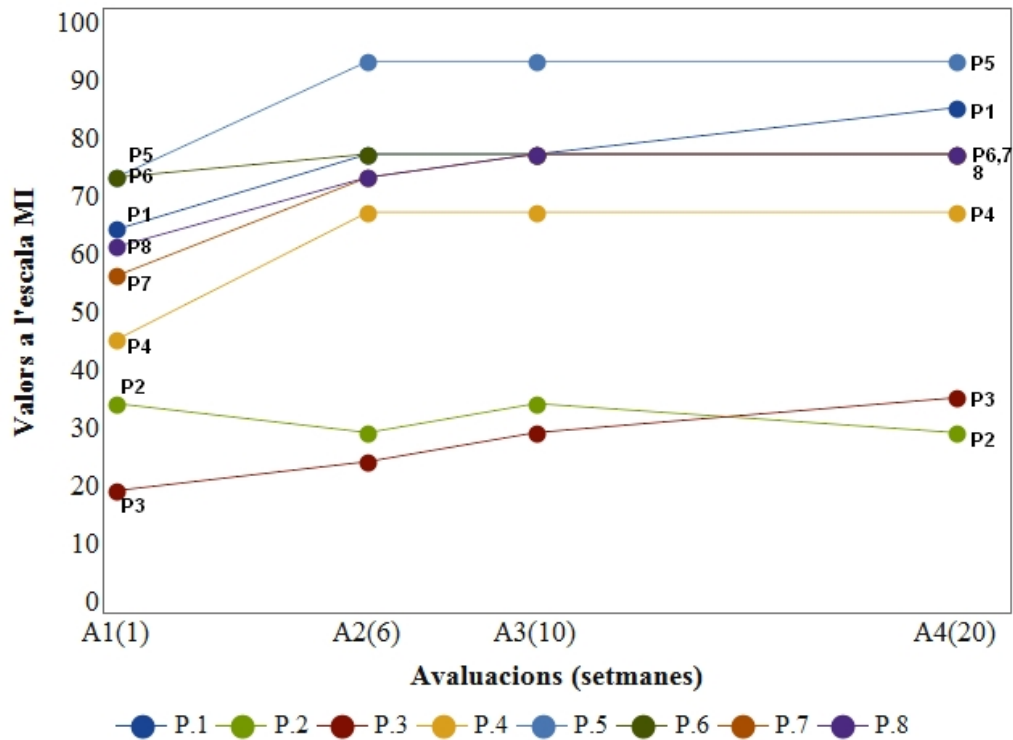
**Gràfica 9.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en el test *Motricity Index*.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

La tendència clínica favorable pre i post-intervenció no presenta significació estadística en cap dels dos grups (GC,  $p=0,250$ ; GE,  $p=0,125$ ).

En la comparativa entre grups en relació a l'avaluació basal ( $p=0,114$ ) i final ( $p=0,2$ ) no s'observen diferències estadísticament significatives. L'estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 és de -34 amb interval de confiança del 95%: -64 , 8.

Amb independència del grup de procedència, s'observa una estreta relació entre el moment en què el participant presenta el seu major augment en la força muscular de l'ES parètica i el seu nivell d'afectació inicial (Gràfica 10). En concret, en els pacients considerats amb valors més alts inicialment (P.5 i P.6) o intermedis (P.1, P.4, P.7 i P.8), tots presenten la seva màxima millora de la força muscular en les primeres 5 setmanes, mentre que els pacients amb valors inicials més baixos (P.2 i P.3) tarden més a presentar els seus canvis.



**Gràfica 10.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en el test *Motricity Index*.

A: Avaluació; P: Participant.

### ***Revised Nottingham Sensory Assessment (RNSA)***

#### **RNSA Tàctil:**

Únicament es consideren els resultats dels aspectes de la subescala tàctil inclosos i utilitzats per l'aplicació del protocol (tacte superficial i localització tàctil). La resta com la pressió, el tacte bilateral simultani, la punxada i la temperatura queden exclosos ja que, malgrat ser també avaluats al final de cada període, no han estat treballats de forma explícita en la intervenció terapèutica. Tots els pacients van poder ser avaluats, sense que cap prenguéss una puntuació de 9 (impossible d'avaluar) en cap ítem d'avaluació.

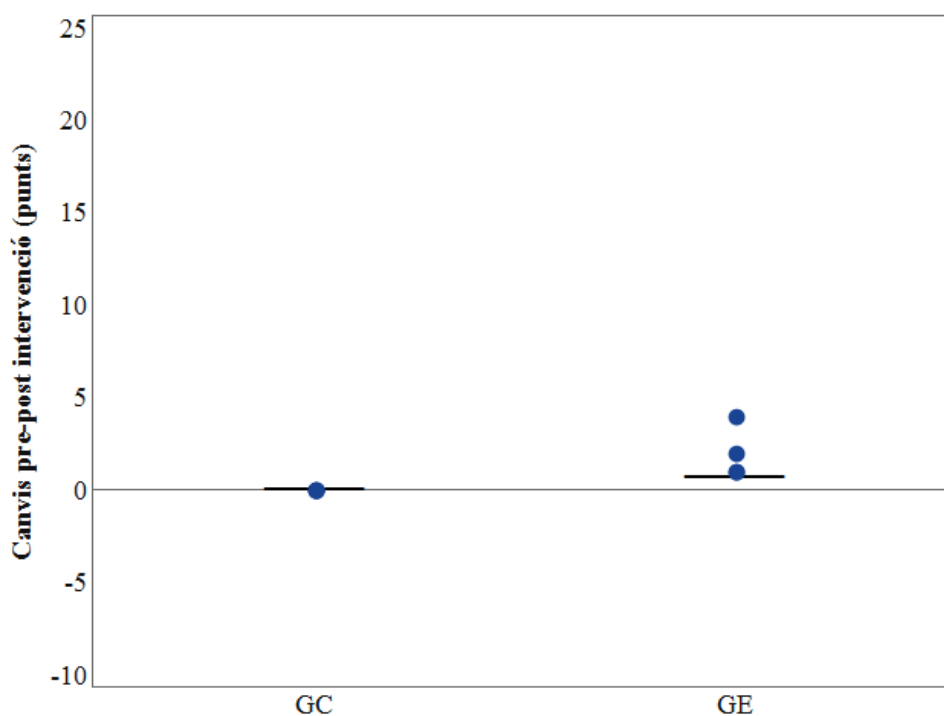
En relació al **tacte superficial**, els valors d'inici del GC eren normals, amb l'excepció del P.2 que presentava una puntuació de 4 sobre 8, acabant a A3 amb un valor de 6 però no mantenint-lo en el *follow-up* retornant a la mateixa puntuació inicial. Tots els participants del GE partien de valors alterats i tots van presentar una evolució positiva al llarg de les 20 setmanes de l'estudi pilot. Els rangs interquartílics del GE són lleugerament superiors als dels GC (Taula 6).

GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
P.1	8	8	8	8	0	P.5	7	8	8	8	1
P.2	4	4	6	4	0	P.6	4	4	4	8	4
P.3	8	8	8	8	0	P.7	4	4	4	5	1
P.4	8	8	8	8	0	P.8	3	5	6	5	2
<b>Md</b>	8	8	8	8		<b>Md</b>	4	4,5	5	6,5	
<b>Rang IQ</b>	2	2	1	2		<b>Rang IQ</b>	2	2,5	3	3	
<b>Dif</b>		0	0	0		<b>Dif</b>		0,5	0,5	1,5	
<b>Md punts canvi</b>		0	0	0	0	<b>Md punts canvi</b>		0,5	0	0,5	1,5

**Taula 6.** Resultats RNSA subescala tàctil: tacte superficial.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=8; Mínima puntuació=0.

La gràfica 11 mostra les diferències entre els dos grups en relació als punts de canvi de cada participant pre i post-intervenció (A4-A1), a on s’hi observa que tots els participants del GE han millorat, presentant valors superiors en A4 (d’1 a 4 punts de millora), mentre que els del GC no tenien pràcticament marge de millora. Existeixen diferències significatives en la comparativa entre grups en relació als punts de canvi obtinguts pels seus participants ( $p=0,029$ ).

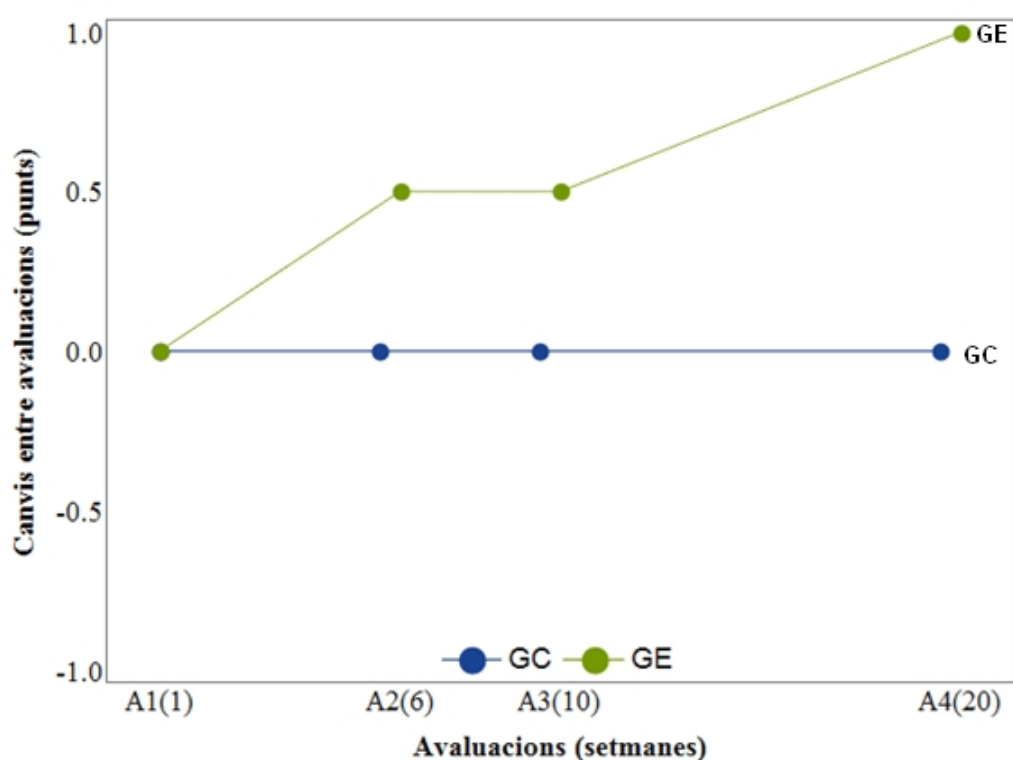


**Gràfica 11.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d’estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la RNSA-tacte superficial.

GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

En concret, mentre que els P.6 i P.7 van mostrar els seus canvis en el període A3-A4, un cop finalitzat el tractament, els altres dos van millorar en el període A1-A2, seguint la seva millora en A3, en el cas del P.8 (el P.5 presentava ja el valor màxim de 8 en A2) però retornant al valor d'A2 al final de l'estudi (Taula 6).

Per mostrar l'evolució clínica de cada grup en les diferents avaluacions es prenen en consideració les medians dels punts de canvi de cada període (A1-A2, A2-A3 i A3-A4) (Taula 6 i Gràfica 12). En la gràfica 12 s'hi pot observar el comportament divers entre els dos grups, de manera que el GC es manté estable en els seus valors alts des de basal mentre que el GE obté millores d'inici a final del tractament, amb un increment dels valors de canvi en el període A1-A2, per estabilitzar-se i, posteriorment, en el període de les 10 a les 20 setmanes, un cop el període de tractament ha finalitzat, mostrar un altre increment. Malgrat una certa dispersió dels valors, aquests resultats indiquen un possible efecte del tractament en aquests participants.

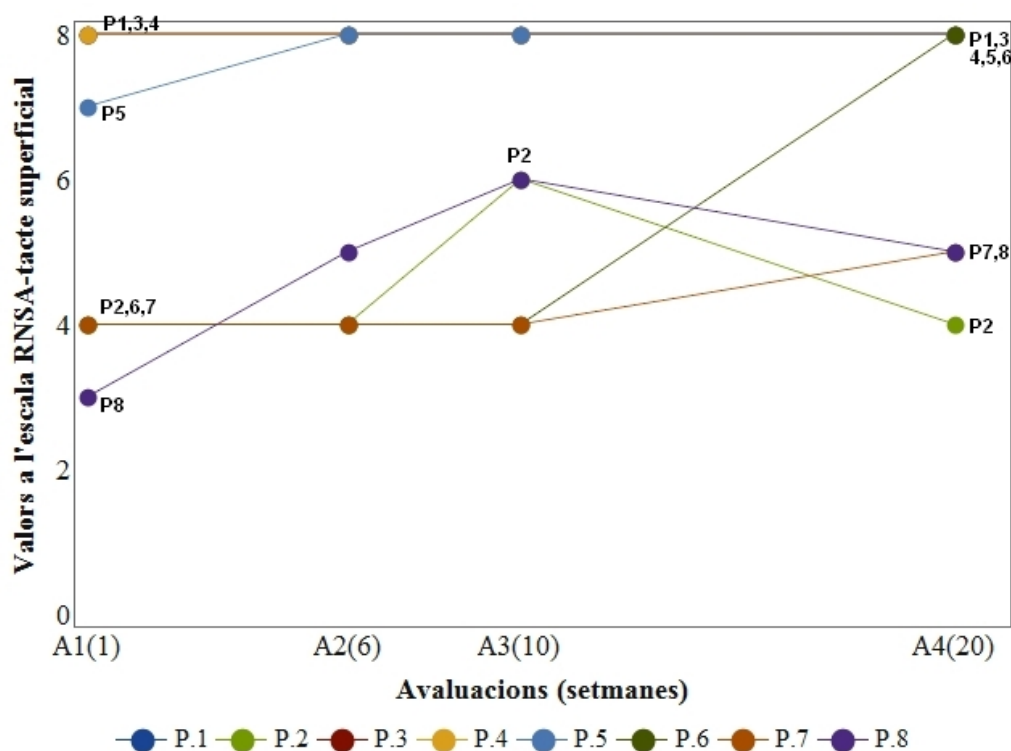


**Gràfica 12.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la RNSA-tacte superficial.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

Malgrat els canvis pre-post intervenció del GE, aquests no presenten una significació estadística ( $p=0,125$ ). Tampoc són estadísticament significatius els resultats del GC en el mateix període ( $p=1$ ). No existeix significació estadística en les diferències trobades entre els grups en els valors de tacte superficial d'A1 ( $p=0,114$ ) amb puntuacions més altes en els participants del GC. L'estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 és de 0 amb interval de confiança del 95%: -4 , 3.

Amb independència del grup de procedència, es podrien classificar els participants amb valors més alts (P.1, P.3, P.4 i P.5) respecte a la resta amb valors més baixos, observant-se que els primers no tenen marge de millora o bé, en el cas del P.5, millora l'únic punt possible, a diferència dels participants amb valors més baixos, amb més marge i disparitat de comportament. En concret, el P.2 millora a A3 per després perdre-ho i tornar al valor inicial, el P.6 millora totalment i els P.7 i P.8, parcialment (Gràfica 13).



**Gràfica 13.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-tacte superficial.

A: Avaluació; P: Participant.

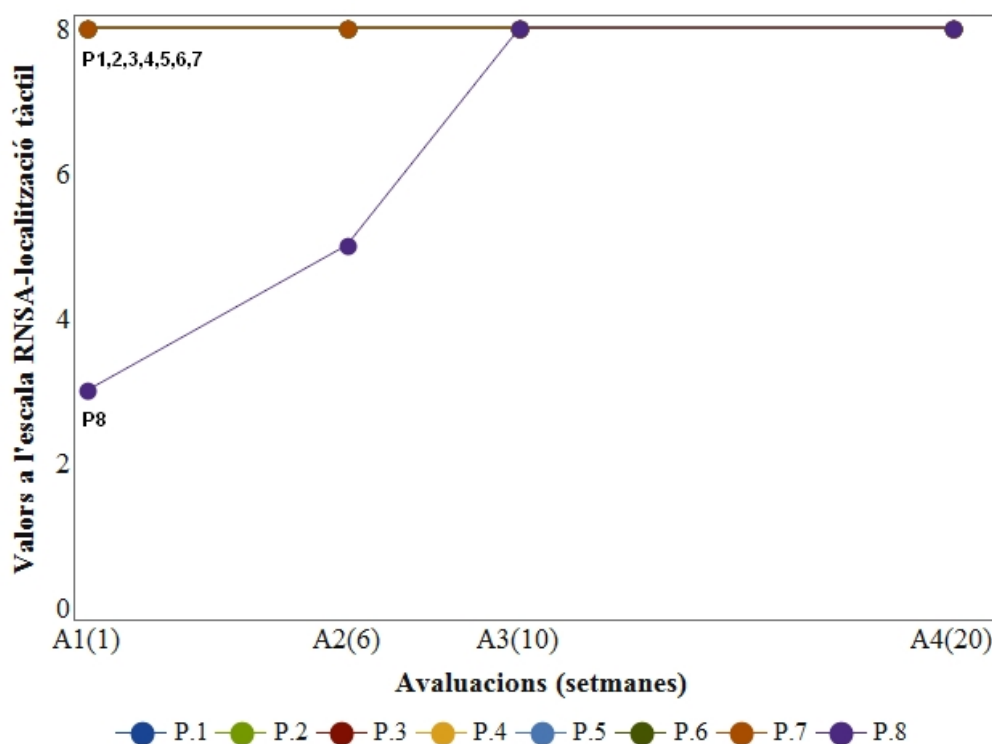
En relació a **la localització tàctil**, tots els participants del GC presenten valors màxims en A1. En el GE, el P.8 és l'únic que mostra uns valors alterats que va recuperant durant el període de tractament fins arribar a la màxima puntuació de 8 en A3 (Taula 7 i Gràfica 14).



GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
P.1	8	8	8	8	0	P.5	8	8	8	8	0
P.2	8	8	8	8	0	P.6	8	8	8	8	0
P.3	8	8	8	8	0	P.7	8	8	8	8	0
P.4	8	8	8	8	0	P.8	3	5	8	8	5
Md	8	8	8	8		Md	8	8	8	8	
Rang IQ	0	0	0	0		Rang IQ	2,5	1,5	0	0	
Dif		0	0	0		Dif		0	0	0	
Md punts canvi		0	0	0	0	Md punts canvi		0	0	0	0

**Taula 7.** Resultats RNSA subescala tàctil: localització tàctil.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=8; Mínima puntuació=0.



**Gràfica 14.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-localització tàctil.

A: Avaluació; P: Participant.

No existeixen diferències significatives en cap dels dos grups en l'evolució A1-A4 ( $p=1$ ).

Tampoc existeix significació estadística en la comparativa entre grups en les avaluacions basal i final ni en relació als punts de canvi produïts ( $p=1$ ) amb una estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 de 0 amb interval de confiança del 95%: 0 , 0.

**RNSA Cinestèsia:**

Tal i com es mostra en la taula 8 i la gràfica 15, al final de l'estudi, tots els participants d'ambdós grups presenten millores en el seu estat, mostrant la mateixa mediana de punts de canvi pre-post intervenció (A4-A1) i amb rangs interquartílics similars. El rang de punts de canvi en el GC ha abraçat des del 0 (no millora) als 4 punts de millora mentre que en el GE, aquest abraça del 0 als 5 punts. En la comparativa entre grups, 3 dels 4 participants presenten el mateix valor de punts de canvi (0, 1 i 2), amb l'única disparitat d'un d'ells.

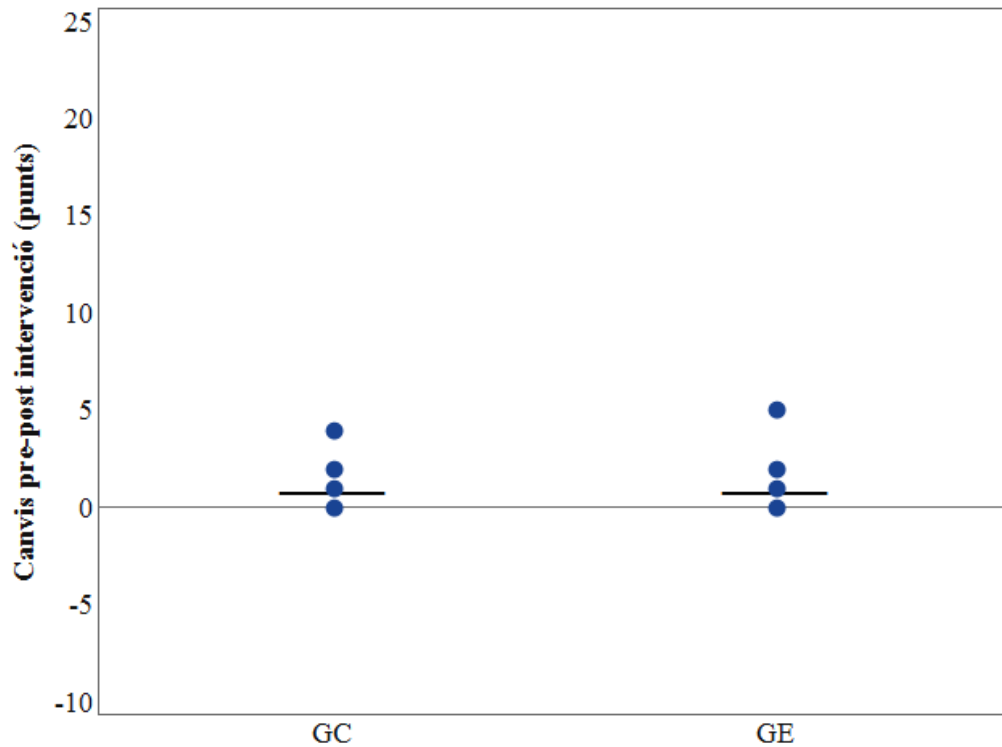
GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
<b>P.1</b>	12	12	12	12	<b>0</b>	<b>P.5</b>	10	9	12	10	<b>0</b>
<b>P.2</b>	9	10	9	10	<b>1</b>	<b>P.6</b>	11	10	12	12	<b>1</b>
<b>P.3</b>	8	10	11	12	<b>4</b>	<b>P.7</b>	10	12	12	12	<b>2</b>
<b>P.4</b>	8	11	11	10	<b>2</b>	<b>P.8</b>	7	9	11	12	<b>5</b>
<b>Md</b>	8,5	10,5	11	11		<b>Md</b>	10	9,5	12	12	
<b>Rang IQ</b>	2,5	1,5	1,5	2		<b>Rang IQ</b>	2	2	0,5	1	
<b>Dif</b>		2	0,5	0		<b>Dif</b>		-0,5	2,5	0	
<b>Md punts canvi</b>		1,5	0	0,5	1,5	<b>Md punts canvi</b>		0,5	2	0	1,5

**Taula 8.** Resultats RNSA subescala cinestèsica.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant.. Màxima puntuació=12; Mínima puntuació=0.

Si es consideren els valors de la Md en A1 en ambdós grups, s'observa que es parteix de valors alts (lleugerament més alts en el GE), cosa que limita el marge de millora tot i que hi hagut una tendència en els dos grups a millorar (Gràfica 15). Tres dels 4 participants de cada grup presenten millores (canvi  $A4 > A1$ ) i el restant, es manté igual. En el GE s'aconsegueixen pràcticament els valors màxims possibles (3 dels 4 participants) mentre que en el GC no s'acaben d'assolir (2 dels 4 participants).

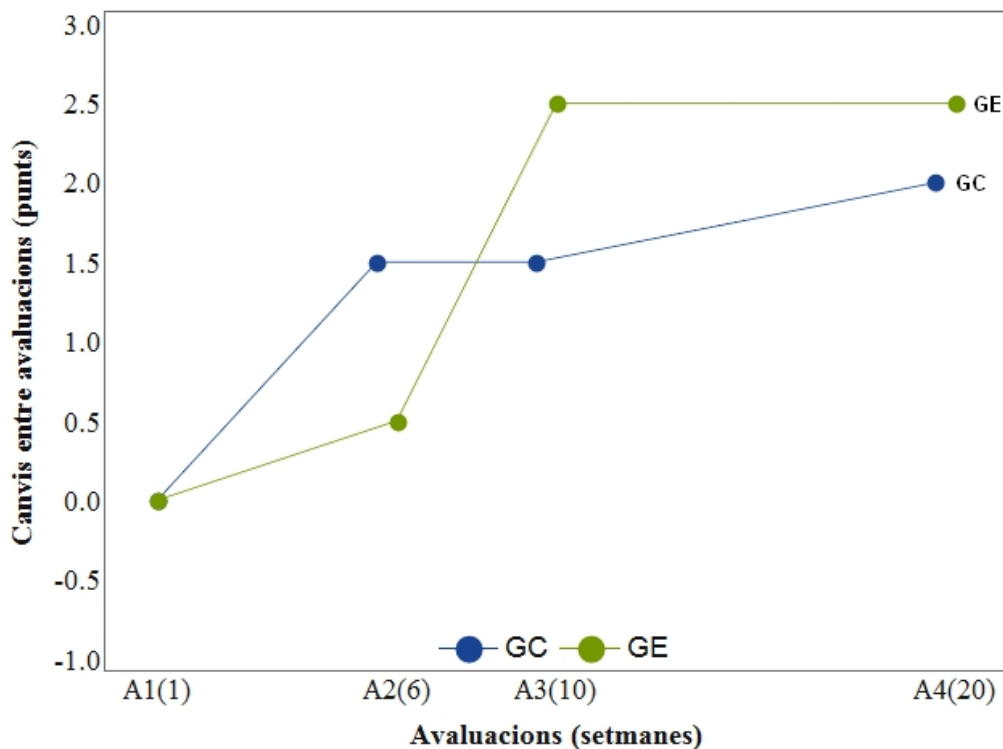
No existeixen diferències estadísticament significatives entre grups en relació als punts de canvi ( $p=0,971$ ).



**Gràfica 15.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la RNSA-cinestèsia.

GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

Per mostrar l'evolució clínica de cada grup al llarg de les diferents es prenen en consideració les medians dels punts de canvi de cada període (A1-A2, A2-A3 i A3-A4) (Taula 8 i Gràfica 16). Si es considera el període en què els punts de canvi són més importants, els dos grups difereixen. En la gràfica 16, s'observa com els pacients del GC milloren més durant les primeres 5 setmanes (A1-A2), a diferència del GE que presenta els seus canvis, principalment, entre la 6<sup>a</sup> i la 10<sup>a</sup> setmana de tractament (A2-A3). En el GE es millora des de l'inici fins al final del tractament assolint valors més alts que en el GC. En el GC, un cop assolits els seus punts de canvi en A2, es manté estable tot i mostrar lleus canvis entre A3-A4.

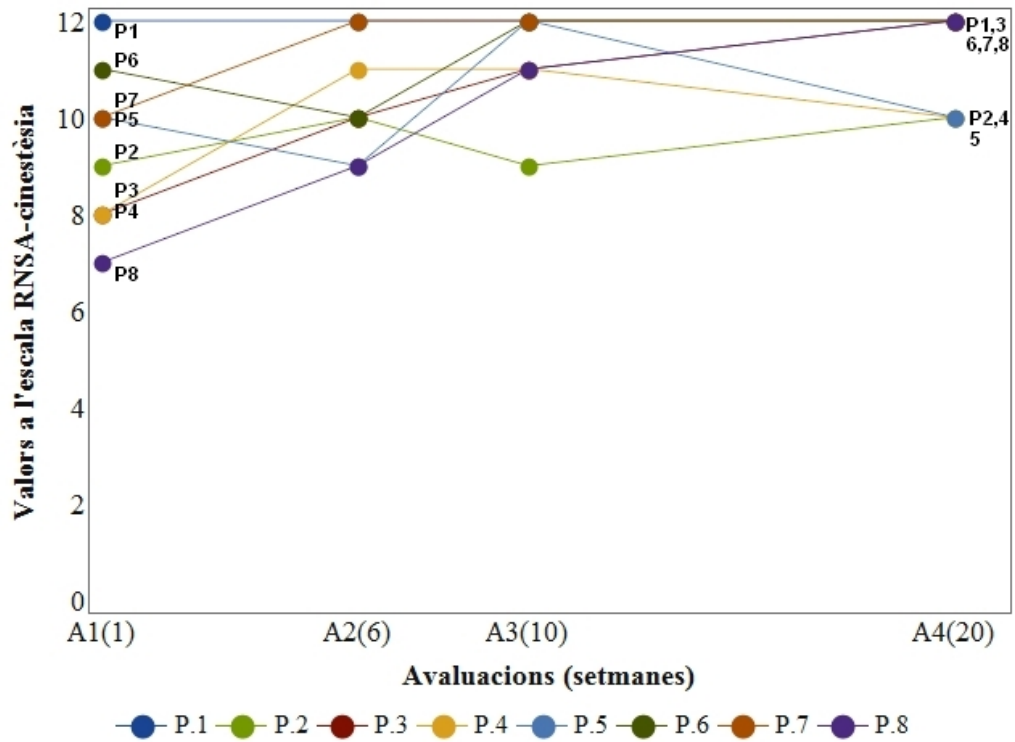


**Gràfica 16.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la RNSA-cinestèsia.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

Malgrat aquestes evolucions, no existeixen millores estadísticament significatives pre-post intervenció en cap dels dos grups (GC,  $p=0,250$ ; GE,  $p=0,250$ ). Tampoc cal destacar cap resultat estadísticament significatiu en relació a la comparativa entre grups basal ( $p=0,829$ ) i final ( $p=1$ ) amb una estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 de 0 amb interval de confiança del 95%: -2 , 2.

Amb independència del grup de procedència, es podrien classificar els participants amb els valors més alts (P.1, P.5, P.6 i P.7) respecte a la resta, amb valors més baixos, observant-se que els primers no tenen massa marge de millora, obtenint únicament de 0 a 2 punts i arribant 3 d'ells a la puntuació màxima de 12. Amb excepció del P.7, els altres 3 mostren els canvis més evidents en el període A2-A3. Els P.2, P.3, P.4 i P.8 presenten un rang més ampli de canvis (de 1 a 5 punts), tenint lloc el principal canvi de punts en el període més inicial de tractament, assolint dos d'ells la puntuació màxima de 12 en A4, i dos d'ells quedant-se a 10 punts (Gràfica 17).



Gràfica 17. Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la RNSA-cinestèsia.

A: Avaluació; P: Participant.

### *Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*

#### **KVIQ - imatge visual:**

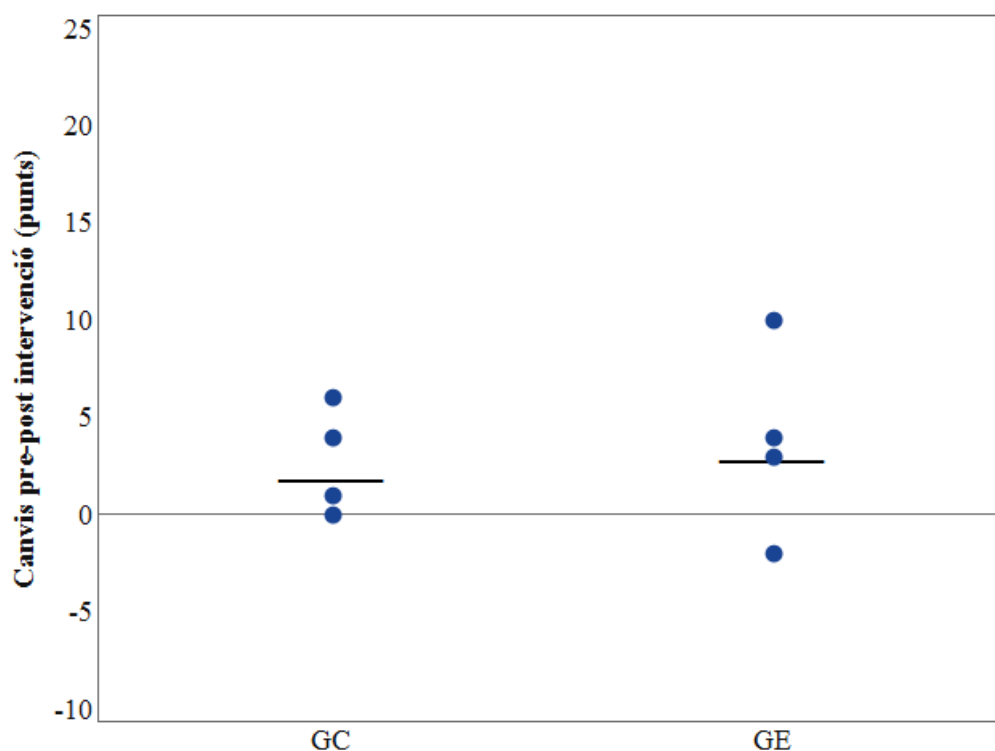
Al final de l'estudi, 6 dels 8 participants van presentar millores en la capacitat d'imaginar visualment el moviment de l'ES. El P.3 no va evolucionar perquè presentava, des de l'inici, valors màxims i el P.5 va presentar un lleu empitjorament en A4 (Taula 9). La taula mostra els valors de cada participant en l'estudi al llarg de les diferents avaluacions a través de les medianes i rangs interquartílics, superiors en el GE.

GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
P.1	19		20	20	1	P.5	11		12	9	-2
P.2	15		19	19	4	P.6	10		20	20	10
P.3	20		20	20	0	P.7	16		12	20	4
P.4	13		20	19	6	P.8	17		20	20	3
Md	17		20	19,5		Md	13,5		16	20	
Rang IQ	5,5		0,5	1		Rang IQ	6		8	5,5	
Dif			3	-0,5		Dif			2,5	4	
Md punts canvi			2,5	0	2,5	Md punts canvi			2	0	3,5

**Taula 9.** Resultats KVIQ subescala imatge visual.

A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=20; Mínima puntuació=4.

La Md dels punts de canvi en el període pre-post intervenció (A4-A1) del GE és lleugerament superior, els pacients del qual partien en A1 de valors més baixos, amb una Md inicial de 13,5 respecte a la de 17 del GC. A la gràfica 18 s’hi representen les medianes dels punts de canvi així com s’hi observa que, en ambdós grups, 3 dels 4 participants presenten canvis favorables (valor A4>A1). No es presenten canvis estadísticament significatius en la comparativa entre els dos grups en relació als punts de canvi ( $p=0,971$ ) ni en A1 ni A4.

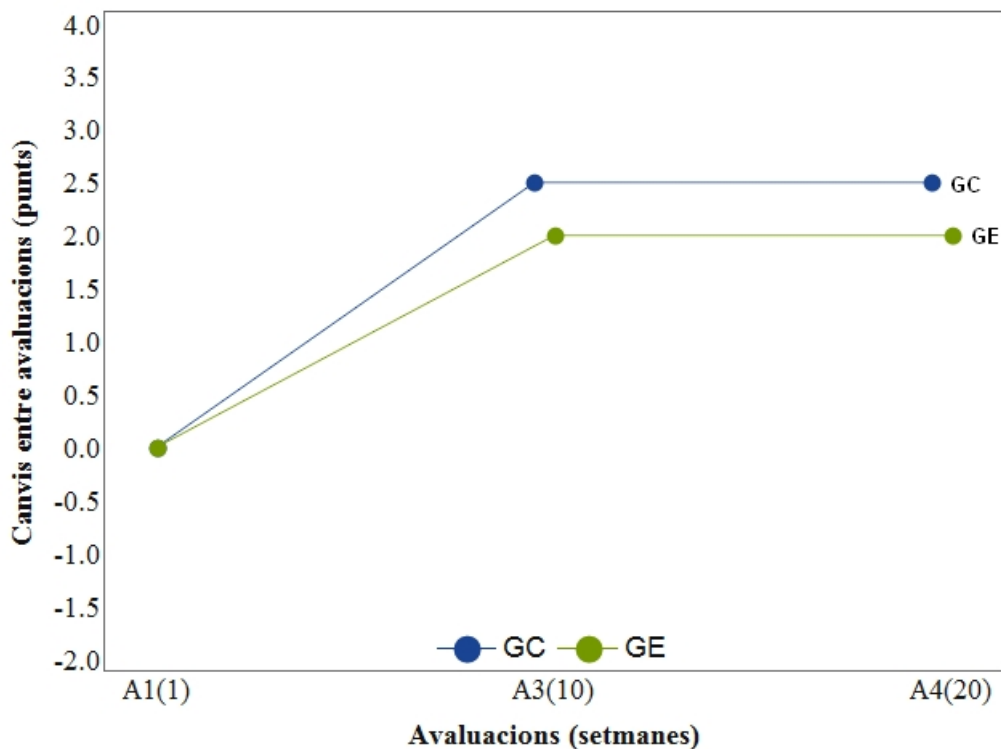


**Gràfica 18.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la KVIQ-imatge visual.

GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

En concret, el P.6 és el participant amb més punts de canvi assolits tots en A3, de la mateixa manera que la resta dels participants que han mostrat tendència a la millora, amb l'excepció del P.7 del mateix GE el qual, després d'un retrocés a A3, recupera i assoleix valors màxims en A4 (Taula 9).

La progressió positiva d'ambdós grups al llarg del període de tractament (A1-A3) és similar però amb valors lleugerament més alts en el GC en A3 (diferència de 0,5 punts), observant-se a través de les medianes dels punts de canvi d'A3 respecte basal (Gràfica 19). Posteriorment, es mantenen estables (A3-A4). En el GC s'arriba pràcticament a valors màxims en A3, cosa que fa que no presenti marge de millora fins A4.



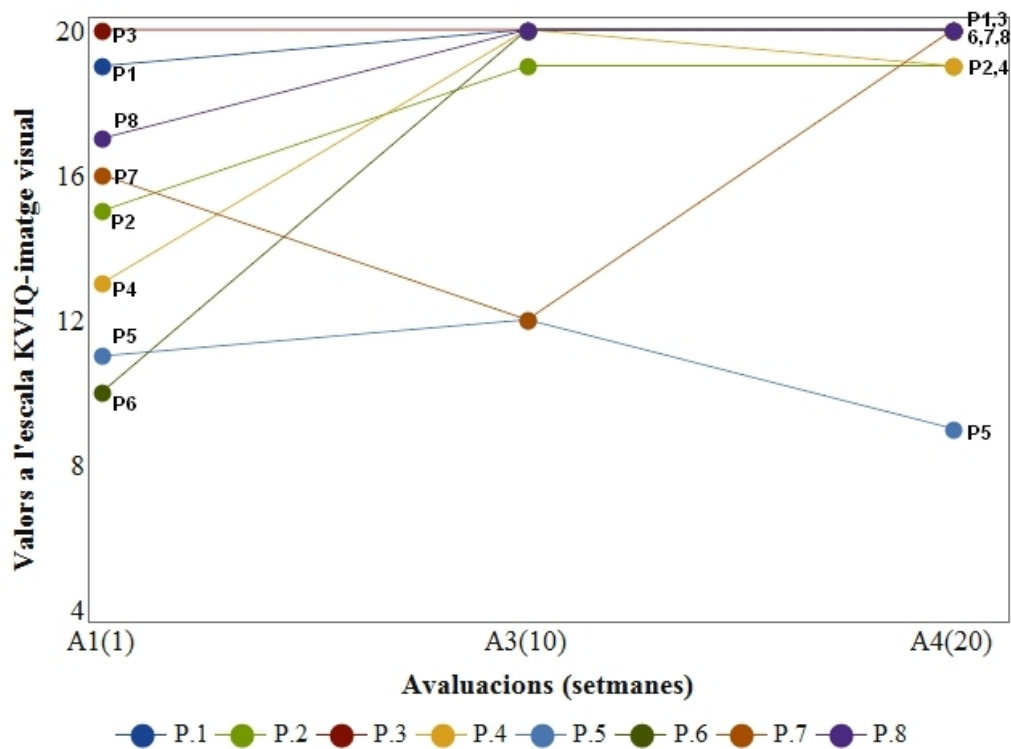
**Gràfica 19.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la KVIQ-imatge visual.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

No es presenten canvis estadísticament significatius en relació a l'evolució A1-A4 en cap grup (GC,  $p=0,250$ ; GE,  $p=0,250$ ) ni entre grups a l'inici ( $p=0,343$ ) i al final ( $p=1$ ) amb l'estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 de 0 amb interval de confiança del 95%: -1 , 11.

La gràfica 20 mostra l'evolució de cada participant al llarg de l'estudi, tenint present que en la KVIQ no es va realitzar A2.





**Gràfica 20.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la KVIQ-imatge visual.  
A: Avaluació; P: Participant.

Considerant la complexitat de l'avaluació de la imatge com a procés cognitiu i seguint les indicacions de l'autora, també es van obtenir mesures del cantó sa (es demanen les mateixes tasques i sempre, en primer lloc, en el cantó sa). S'observa que els valors en la capacitat per imaginar visualment el moviment de diferents segments de l'ES són sempre superiors en el cantó sa en ambdós grups (Taula 10). Tot i així, les diferències no resulten estadísticament significatives en la comparació entre sa i afectat (GC,  $p=0,4$ ; GE,  $p=0,314$ ).

GC	SA	AFECTAT	Dif sa/afectat	GE	SA	AFECTAT	Dif sa/afectat
P.1	59	59	0	P.5	37	32	5
P.2	56	53	3	P.6	60	50	10
P.3	60	60	0	P.7	56	48	8
P.4	60	52	8	P.8	60	57	3
<b>Md</b>	59,5	56	1,5	<b>Md</b>	58	49	6,5
<b>Rang IQ</b>	2,5	7	5,5	<b>Rang IQ</b>	13,5	13,5	5

**Taula 10.** Sumatori de punts de totes les avaluacions per la subescala imatge visual en funció del grup d'estudi i del cantó del cos.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=60; Mínima puntuació=12.

**KVIQ-imatge cinestèsica:**

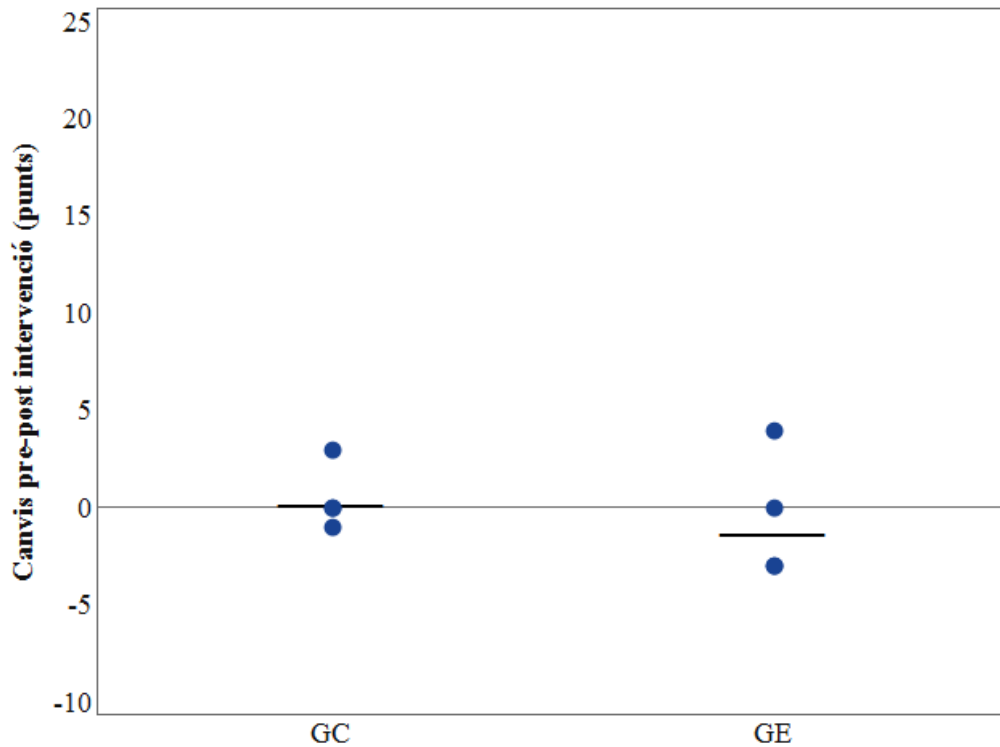
Al final de l'estudi, 2 dels participants van evolucionar favorablement, 3 no van presentar canvis i 3 van evolucionar negativament. Es detallen també les diferències en la Md al llarg de les avaluacions així com la Md dels punts de canvi final (A4-A1), mostrant que són de 0 en el GC i, fins i tot, negativa en el GE. Els rangs interquartílics del GE són superiors als del GC (Taula 11).

GC	A1	A2	A3	A4	A4-A1	GE	A1	A2	A3	A4	A4-A1
P.1	20		20	20	0	P.5	14		12	11	-3
P.2	17		20	20	3	P.6	20		20	17	-3
P.3	19		20	19	0	P.7	16		16	20	4
P.4	17		20	16	-1	P.8	20		20	20	0
Md	18		20	19,5		Md	18		18	18,5	
Rang IQ	2,5		0	2,5		Rang IQ	5		6	6	
Dif			2	-0,5		Dif			0	0,5	
Md punts canvi			2	-0,5	0	Md punts canvi			0	-0,5	-1,5

**Taula 11.** Resultats KVIQ subescala imatge cinestèsica.

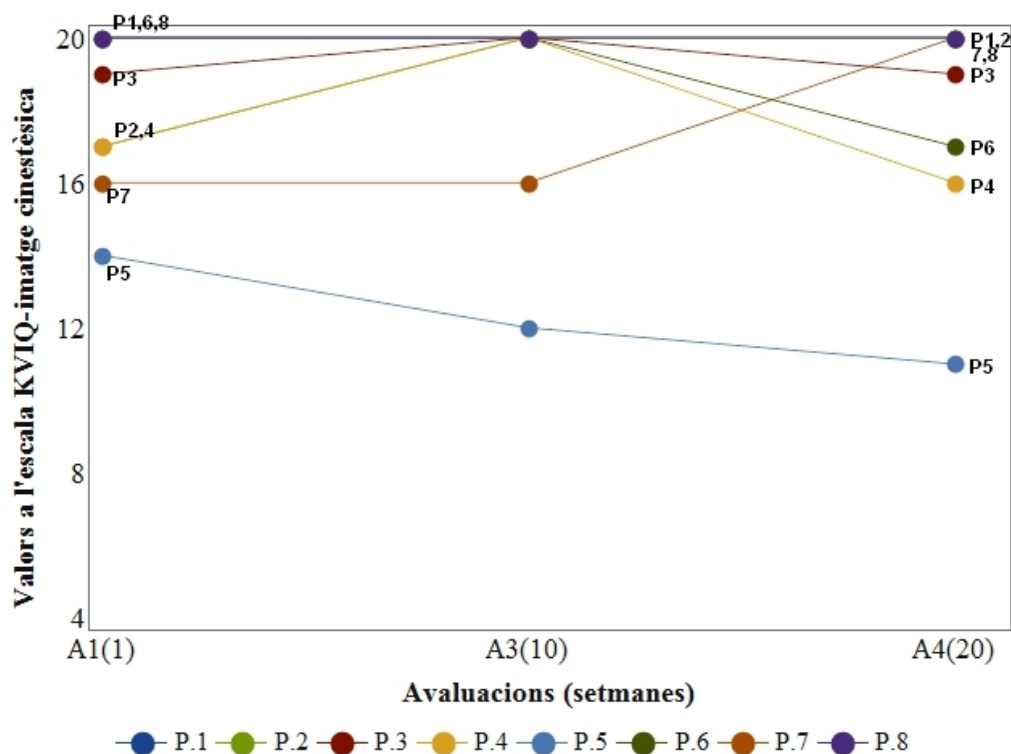
A: Avaluació; A4-A1: Punts de canvi període A1-A4; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència entre medianes; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=20; Mínima puntuació=4.

La gràfica 21 mostra les diferències entre els dos grups en relació als punts de canvi de cada participant pre i post-intervenció (A4-A1), a on s'hi observa que únicament 1 participant de cada grup evoluciona positivament (valor A4>A1) ja que, en el GC, 2 participants presenten valors A1=A4 i 1 empitjora (valor A4<A1), mentre que, en el GE, dos empitjoren i un no evoluciona (A1=A4). Cap dels grups presenta una tendència a la millora dels valors. No existeixen diferències significatives en la comparativa de grups en relació als punts de canvi dels participants ( $p=0,571$ ).



**Gràfica 21.** Punts de canvi de cada participant (A4-A1) en funció del grup d'estudi i mediana de punts de canvi (A4-A1) de cada grup en la KVIQ-imatge cinestèsica.

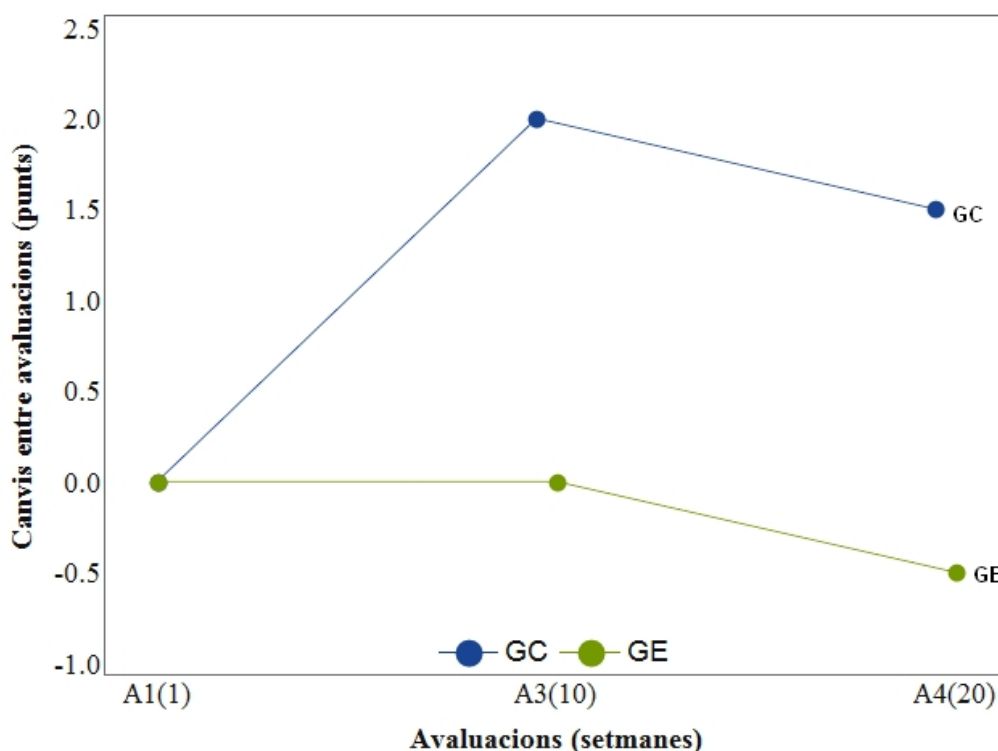
En concret, els participants amb evolució favorable, un de cada grup, van presentar els seus canvis en diferents moments: el P.2 durant el període A1-A3 i el P.7 en el període A3-A4, arribant, tots dos, al valor màxim de 20 punts. Els participants que no presenten cap punt de canvi (P.1 i P.8) partien pràcticament de valors normals cosa que els impedia poder obtenir una progressió. Els 3 participants que van empitjorar, 1 del GC i 2 del GE, partien de valors lleugerament inferiors en A1, tot i no ser valors molt baixos en relació a la puntuació de la subescala. L'empitjorament es va produir en tots 3 casos durant el període post-tractament (Taula 11 i Gràfica 22).



**Gràfica 22.** Evolució dels resultats de cada participant al llarg de les avaluacions en la KVIQ-imatge cinestèsica.

A: Avaluació; P: Participant.

La gràfica 23 mostra l'evolució de cada grup en les diferents avaluacions representant gràficament els canvis entre cada període a través de les medianes dels seus punts de canvi (Taula 11). S'observa una millora dels valors de canvi en el període A1-A3 en el GC, assolint pràcticament valors màxims per després, en el període post-tractament, tornar a valors semblants als basals. En el cas del GE no evoluciona durant el període A1-A3 per després, en la mateixa mesura que el GC, empitjorar lleugerament fins A4. En aquests canvis de poca entitat cal tenir-hi en compte els valors alts d'inici per ambdós grups, cosa que dificulta la consideració d'un possible efecte sobre la capacitat d'imaginar cinestèsicament de cap dels tractaments.



**Gràfica 23.** Evolució clínica al llarg de les diferents avaluacions i per cada grup d'estudi en la KVIQ-imatge cinestèsica.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental.

No es presenten canvis estadísticament significatius en relació a l'evolució A1-A4 en cap grup (GC,  $p=1$ ; GE,  $p=1$ ) ni en la comparativa entre els dos grups en les avaluacions basal ( $p=0,829$ ) i final ( $p=0,829$ ) amb una estimació de la diferència de medianes (GC - GE) en A4 de 0 amb interval de confiança del 95%: -4 , 9.

De la mateixa manera que en la subescala visual, en la cinestèsica cal destacar que en tots dos grups els valors obtinguts en el cantó sa (demanant les mateixes tasques i sempre abans que en el cantó afectat) eren superiors als del cantó afectat pràcticament en totes les avaluacions i zones del cos avaluades, amb excepció d'aquelles en què es presentaven valors màxims en A1 en el cantó afectat (Taula 12). No s'han trobat diferències estadísticament significatives (GC,  $p=0,057$ ; GE,  $p=0,371$ ).

GC	SA	AFECTAT	Dif sa/afectat	GE	SA	AFECTAT	Dif sa/afectat
P.1	60	60	0	P.5	45	37	8
P.2	55	57	-2	P.6	60	57	3
P.3	60	58	2	P.7	60	52	8
P.4	60	53	7	P.8	60	60	0
Md	60	57,5	1	Md	60	54,5	5,5
Rang IQ	2,5	4	5,5	Rang IQ	7,5	14	6,5

**Taula 12.** Sumatori de punts de totes les avaluacions per la subescala imatge cinestèsica en funció del grup d'estudi i del cantó del cos.

A: Avaluació; GC: Grup Control; GE: Grup Experimental; Dif: Diferència; IQ: Interquartílic; Md: Mediana; P: Participant. Màxima puntuació=60; Mínima puntuació=12.

### 5.3.3. Dades de viabilitat

Un dels participants va abandonar l'estudi un cop realitzada l'A2 per raons personals. La resta de pacients que van entrar a formar part de l'estudi fins als 8 resultants van completar-lo (retenció=89%).

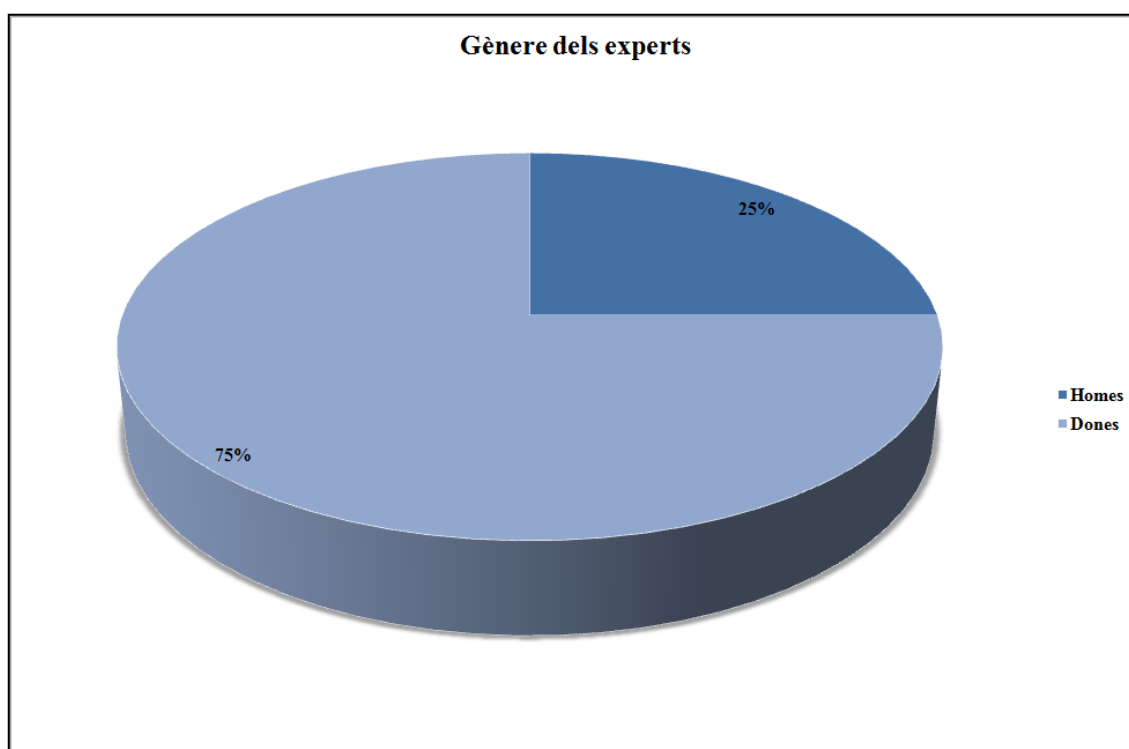
Tots els participants van assistir a les 4 avaluacions requerides per finalitzar l'estudi i van superar l'assistència del 80% de tractament, presentant un percentatge d'adherència al tractament del 95,83% i una mitjana de  $25.87 \pm 1,46$  sessions.

## 5.4.PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU

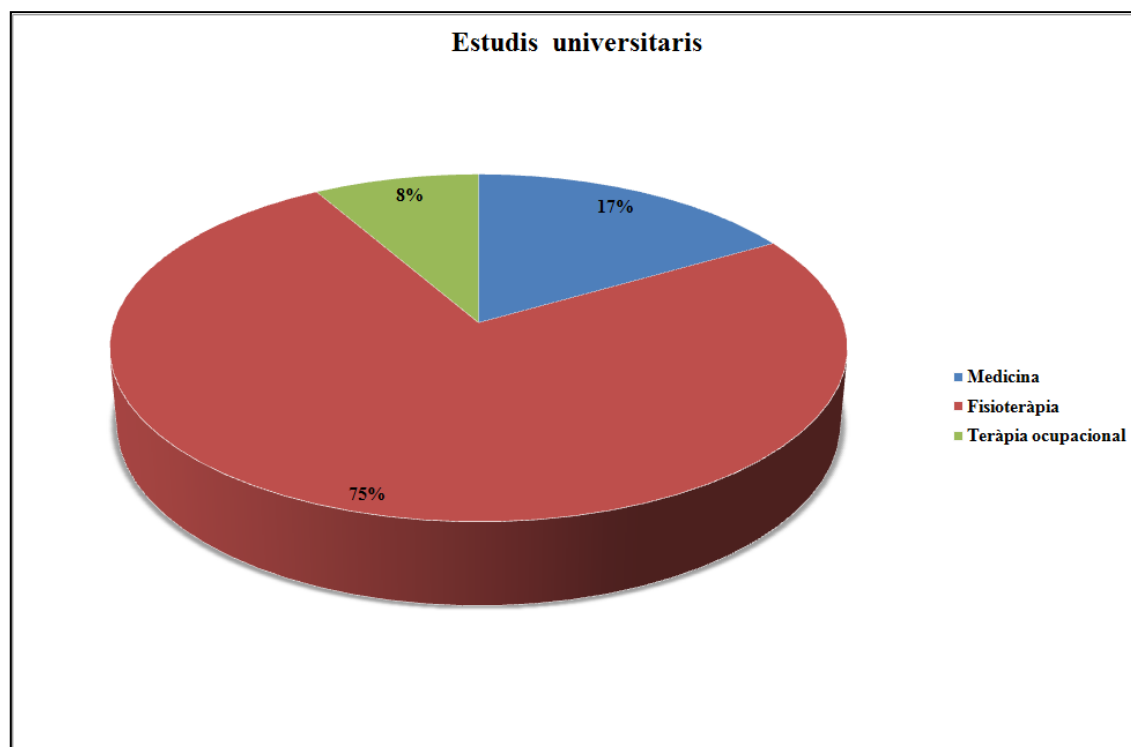
### 5.4.1. Dades demogràfiques i professionals del grup d'experts

S'ha obtingut un total de 12 experts (E) que compleixen els criteris de selecció descrits anteriorment. Un cop informats, tots van acceptar i mostrar ràpidament el seu interès i compromís per complimentar el primer qüestionari i els successius.

Entre ells hi ha 3 homes i 9 dones (Gràfica 24), amb edats compreses entre els 27 i els 54 anys amb una mitjana de  $37,91\pm 7,72$  anys. En relació als seus estudis professionals (Gràfica 25), dos experts han cursat els estudis de Medicina en l'especialitat de Rehabilitació, la majoria són fisioterapeutes i hi ha 1 terapeuta ocupacional. Dues fisioterapeutes, alhora, tenen altres estudis de grau superior com Psicologia, en un cas, i Podologia i Lingüística, en l'altre. Entre els fisioterapeutes, únicament dos són diplomats i la resta han cursat, posteriorment, el Grau o bé un Màster oficial.



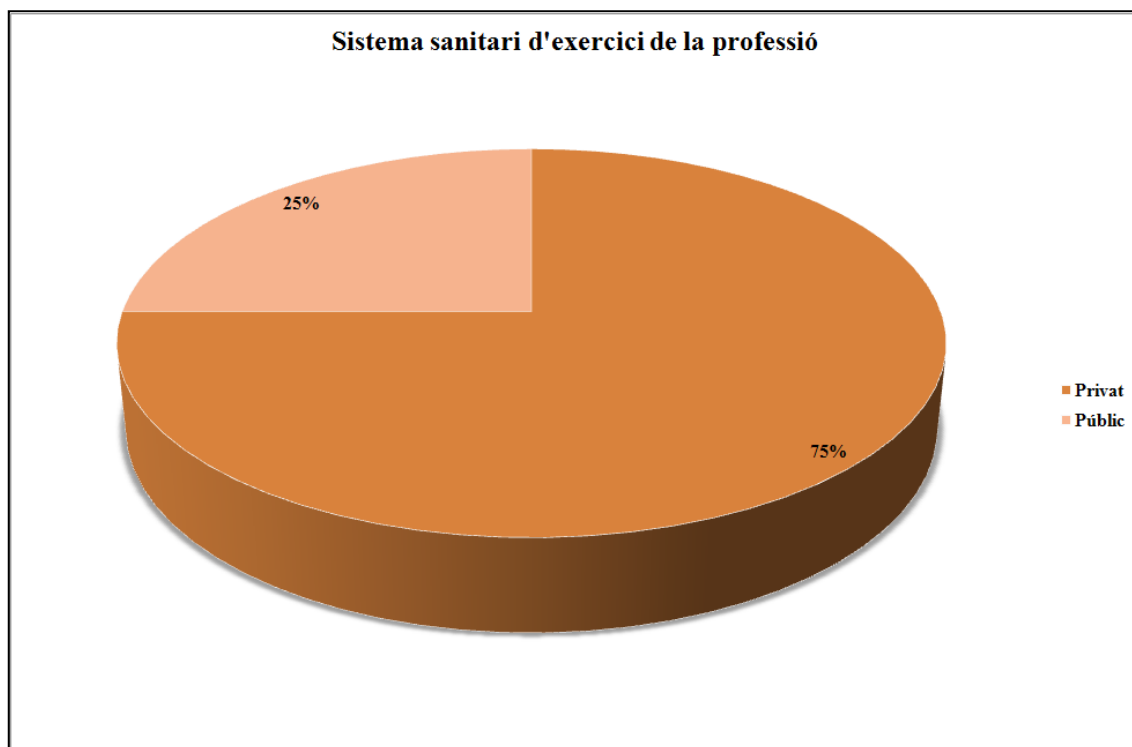
Gràfica 24. Distribució per gènere del panell d'experts.



**Gràfica 25.** Estudis universitaris del panell d'experts.

En relació a l'experiència professional en neurologia, la mínima és de 5 anys i la màxima de 30 amb una mitjana de  $12,5 \pm 7,46$  anys; els  $11,66 \pm 6,98$  anys d'estudi i d'experiència pràctica en l'ETC també estan en un rang dels 5 als 30 anys. A més, i sense ser un criteri indispensable, cal subratllar que 7 dels experts són docents universitaris en la formació de l'ETC en el grau o post-grau per fisioterapeutes i/o terapeutes ocupacionals. Els experts provenen de diferents regions d'Espanya: 7 de Barcelona, 3 de Madrid, 1 de León i 1 de Cádiz, a on exerceixen la seva professió i la pràctica de l'ETC, la majoria en l'àmbit sanitari privat (Gràfica 26).

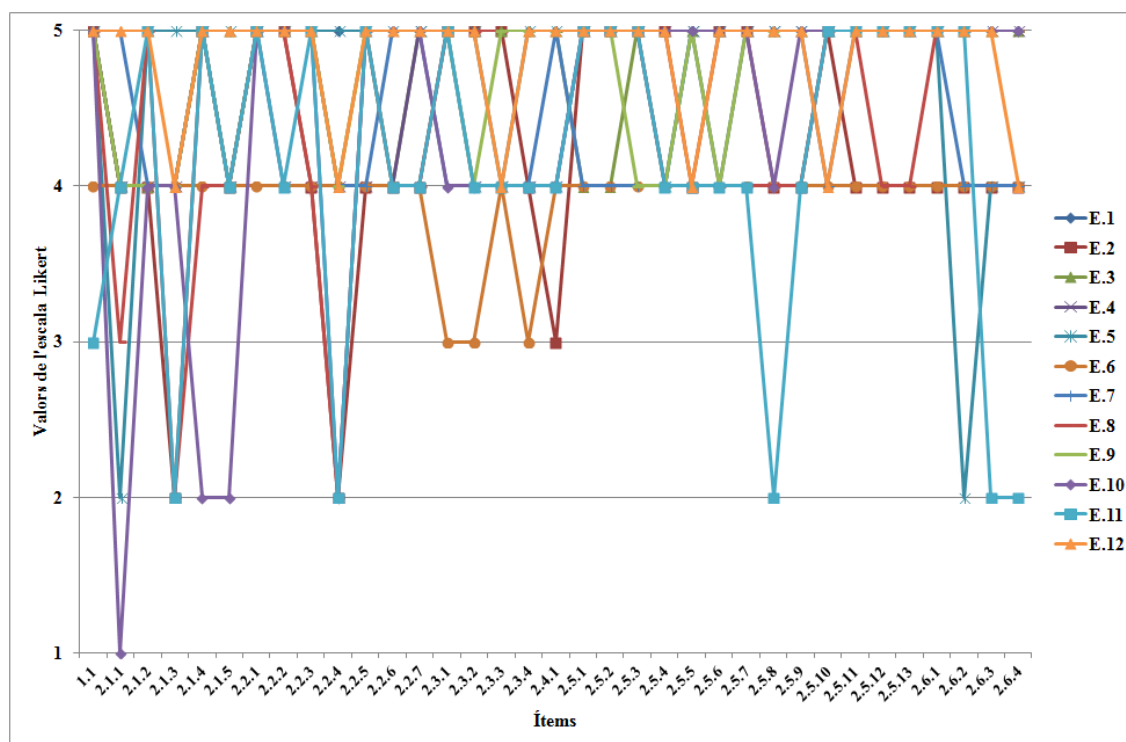




**Gràfica 26.** Tipologia de sistema sanitari a on el panell d'experts exerceix la seva professió.

#### **5.4.2. Resultats de la primera ronda**

El primer qüestionari sobre el protocol va obrir-se el dia 20 de febrer, amb tancament el dia 1 de març 2015. En el qüestionari (Annex 9), s'hi plantejaven 35 afirmacions de resposta tancada i 7 de resposta oberta. Tot i així, les de resposta tancada, presentaven, complementàriament, un espai per observacions (també enumerat) per tal que cada expert expliqués més qualitativament la seva opinió, si ho creia oportú. Tots els experts van respondre dins de les dates límits a cada ítem d'avaluació del protocol proposat.

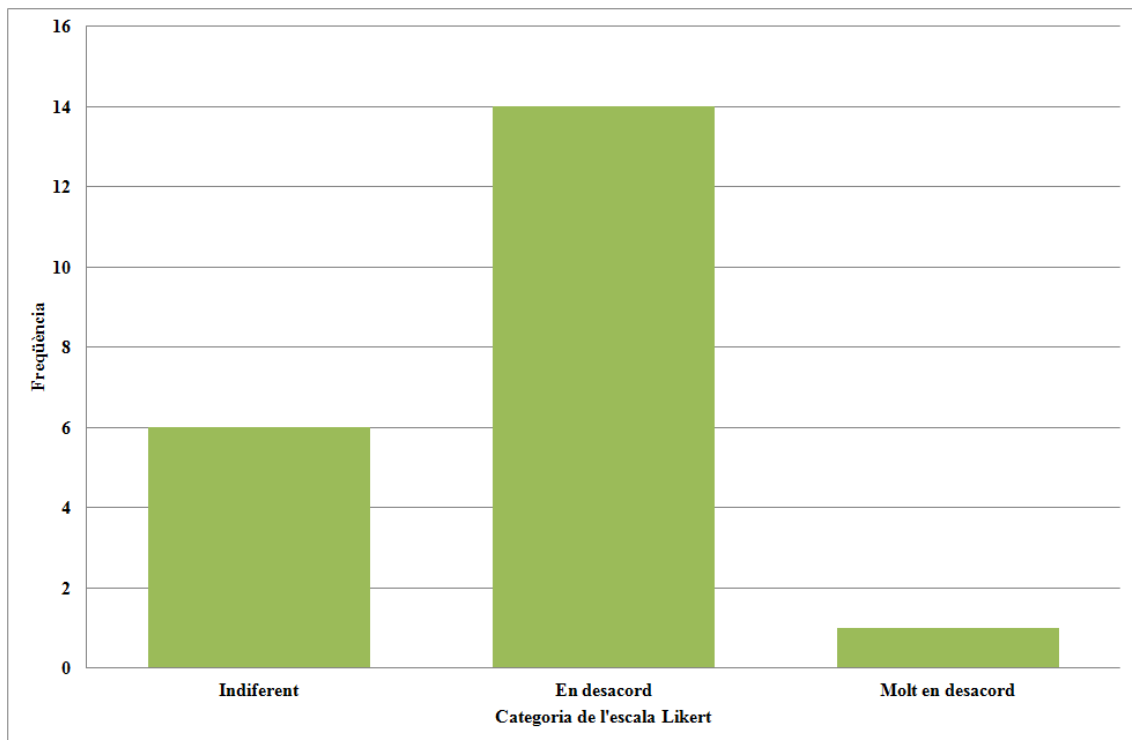


**Gràfica 27.** Respostes de cada expert segons els valors de l'escala Likert pels diferents ítems en la R1.

Del total de 35 afirmacions o ítems per ser avaluats a través de l'escala Likert amb les 5 diferents categoritzacions que van des del “Molt d'acord”=5 al “Molt en desacord”=1, en 14 d'elles (40%) hi va haver algun criteri considerat indicador de conflicte o disparitat en la resposta, tal i com s'havia establert en l'apartat de material i mètodes. En les 21 restants (60%), tots els experts van estar-hi “D'acord” o “Molt d'acord” essent el percentatge de resposta en aquests dos valors >75% del total. La gràfica 27 mostra l'acumulació de respostes majorment en la part alta, en la franja entre 4-5, observant-se les línies que descendeixen de forma més esporàdica en determinats ítems i segons l'expert.

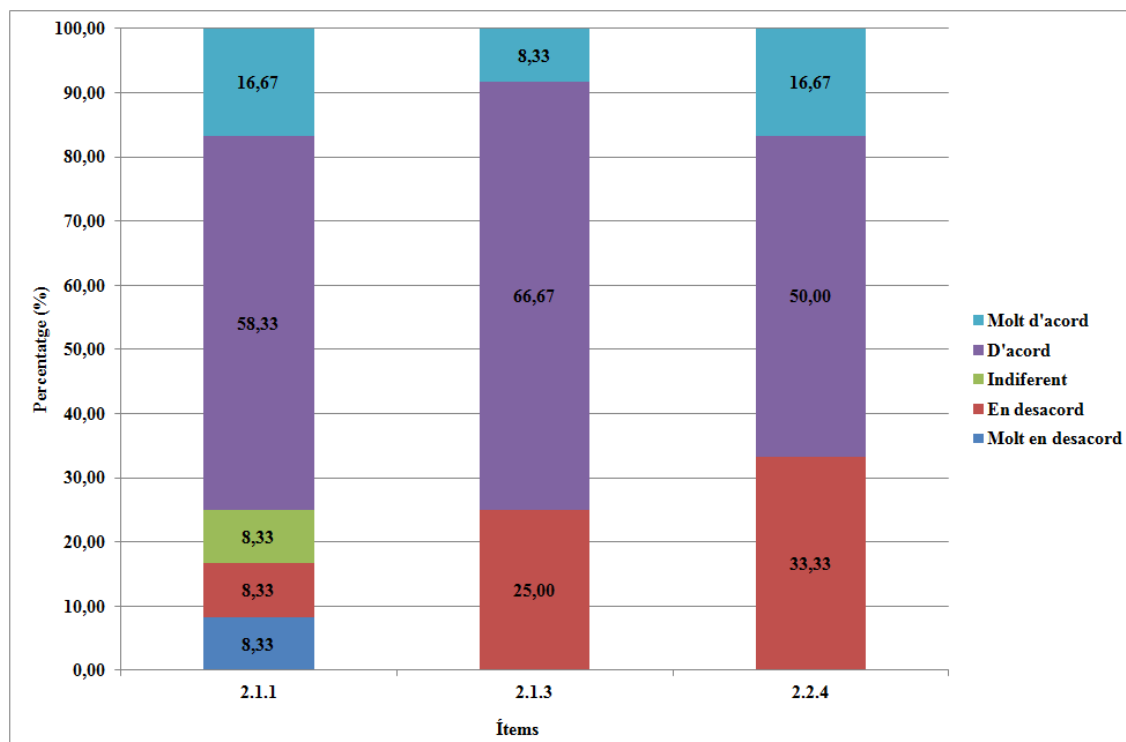
En concret, si es considera el criteri de resultats <4 en el Q1, hi ha 3 afirmacions (2.1.1, 2.1.3 i 2.2.4) que el presenten per sota de 4, mentre que si es considera el criteri sobre la suma dels percentatges de respostes entre el “D'acord” i “Molt d'acord” <75%, únicament hi ha 1 afirmació (2.2.4) que presenta més del 25% de les respostes en els valors més baixos (“Indiferent=3; “En desacord”=2 o “Molt en desacord”=1). Davant d'aquest alt consens, el criteri més útil i escollit (ahora més estricte) per englobar més àmpliament i determinar algun tipus de disparitat ha estat la identificació de, com a mínim, una resposta en un valor diferent al 4 o 5, resultant en les 14 afirmacions.

Totes les 14 afirmacions han presentat algun valor entre els indicats a la gràfica 28. Destacar que hi hagut només una sola avaluació de "Molt en desacord" (ítem 2.1.1) en tota la primera ronda. En concret, en 11 de les afirmacions, únicament un sol expert ha respost amb un ítem diferent al "D'acord" i "Molt d'acord", cosa que fa que els dos criteris anteriors no es vulnerin en aquestes afirmacions. Les 11 afirmacions són: 1.1, 2.1.4, 2.1.5, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.4, 2.4.1, 2.5.8, 2.6.2, 2.6..3 i 2.6.4.



**Gràfica 28.** Freqüència de respostes per cada categoria indicada de l'escala Likert en la R1.

En canvi, en les 3 afirmacions restants (2.1.1, 2.1.3 i 2.2.4), les quals presenten 3, 3 i 4 respostes, respectivament, per sota del valor 4, els criteris indicadors de més disparitat relacionats amb el  $Q1 < 4$  i amb el percentatge de respostes altes  $< 75\%$  també es compleixen (Gràfica 29).



**Gràfica 29.** Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems conflictius de R1.

Aquestes 3 afirmacions sobre el protocol més conflictives tenen en comú que es refereixen a la distribució temporal d'aspectes del protocol, sigui en relació a la durada del tractament (ítem 2.1.1, 10 setmanes), a la durada de la sessió terapèutica (ítem 2.1.3, 30 minuts) o bé, al repartiment del temps dins de cada sessió (ítem 2.2.4, 15 minuts+ 15 minuts), amb l'objectiu d'obtenir millores en el moviment de l'ES.

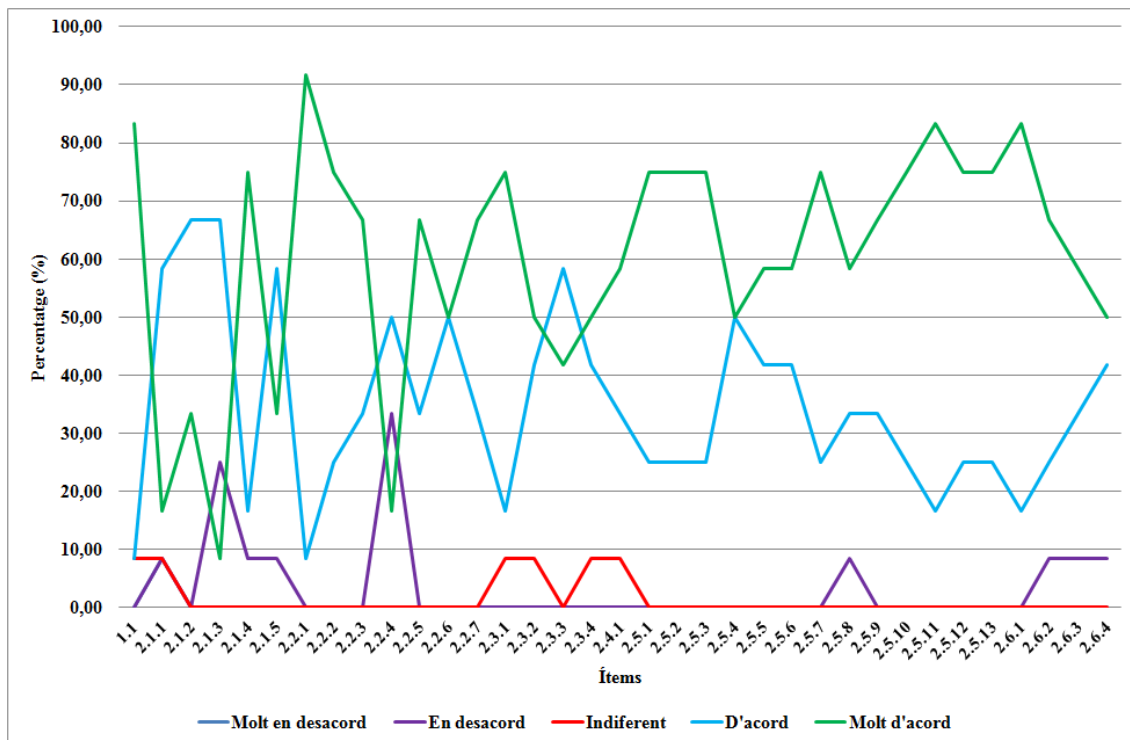
Per consultar les respostes de tots els experts per cada ítem, s'aporta la següent taula de percentatges de respostes per cada categoria de la R1:

	Molt en desacord	En desacord	Indiferent	D'acord	Molt d'acord	TOTAL
1.1	0,00	0,00	8,33	8,33	83,33	100,00
2.1.1	8,33	8,33	8,33	58,33	16,67	100,00
2.1.2	0,00	0,00	0,00	66,67	33,33	100,00
2.1.3	0,00	25,00	0,00	66,67	8,33	100,00
2.1.4	0,00	8,33	0,00	16,67	75,00	100,00
2.1.5	0,00	8,33	0,00	58,33	33,33	100,00
2.2.1	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67	100,00
2.2.2	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.2.3	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	100,00
2.2.4	0,00	33,33	0,00	50,00	16,67	100,00
2.2.5	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	100,00
2.2.6	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	100,00

2.2.7	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	100,00
2.3.1	0,00	0,00	8,33	16,67	75,00	100,00
2.3.2	0,00	0,00	8,33	41,67	50,00	100,00
2.3.3	0,00	0,00	0,00	58,33	41,67	100,00
2.3.4	0,00	0,00	8,33	41,67	50,00	100,00
2.4.1	0,00	0,00	8,33	33,33	58,33	100,00
2.5.1	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.2	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.3	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.4	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	100,00
2.5.5	0,00	0,00	0,00	41,67	58,33	100,00
2.5.6	0,00	0,00	0,00	41,67	58,33	100,00
2.5.7	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.8	0,00	8,33	0,00	33,33	58,33	100,00
2.5.9	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	100,00
2.5.10	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.11	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33	100,00
2.5.12	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.5.13	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00	100,00
2.6.1	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33	100,00
2.6.2	0,00	8,33	0,00	25,00	66,67	100,00
2.6.3	0,00	8,33	0,00	33,33	58,33	100,00
2.6.4	0,00	8,33	0,00	41,67	50,00	100,00

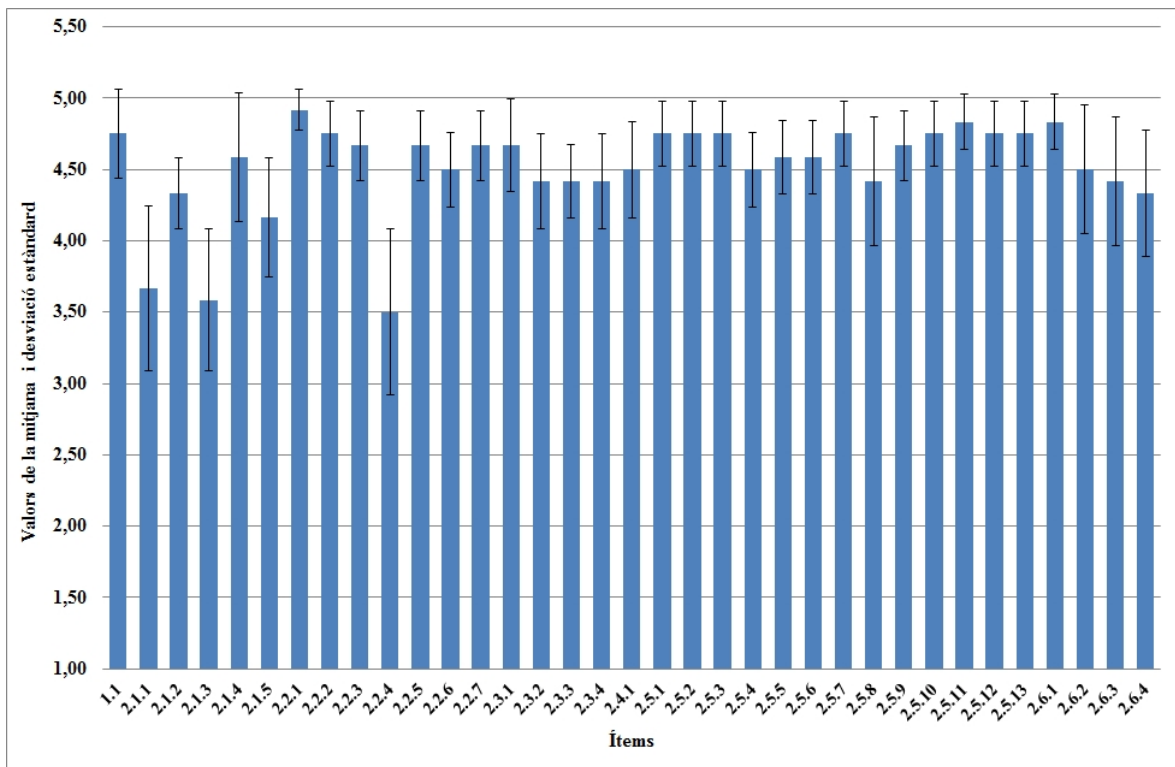
**Taula 13.** Percentatges de respostes dels experts per cada ítem de la R1 i categoria de l'escala Likert.

La representació d'aquests percentatges per cada ítem i en funció de les diferents categories o valors es mostra en la següent gràfica (Gràfica 30), a on els pics més pronunciats corresponent a la categoria de “Molt d'acord”, seguida per la de “D'acord” i, en valors inferiors i de forma més esporàdica, apareixen respostes “D'indiferent”, “En desacord” i “Molt en desacord”.



Gràfica 30. Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems de R1.

De la mateixa manera, si es considera la mitjana dels valors per cada ítem amb la seva mesura de dispersió indicada (Gràfica 31), es pot observar el consens en la majoria de les afirmacions sigui pels valors alts de resposta sigui per les desviacions estàndards properes al valor central.



**Gràfica 31.** Mitjana i desviació estàndard per cada ítem de la R1 segons els valors de l'escala Likert.

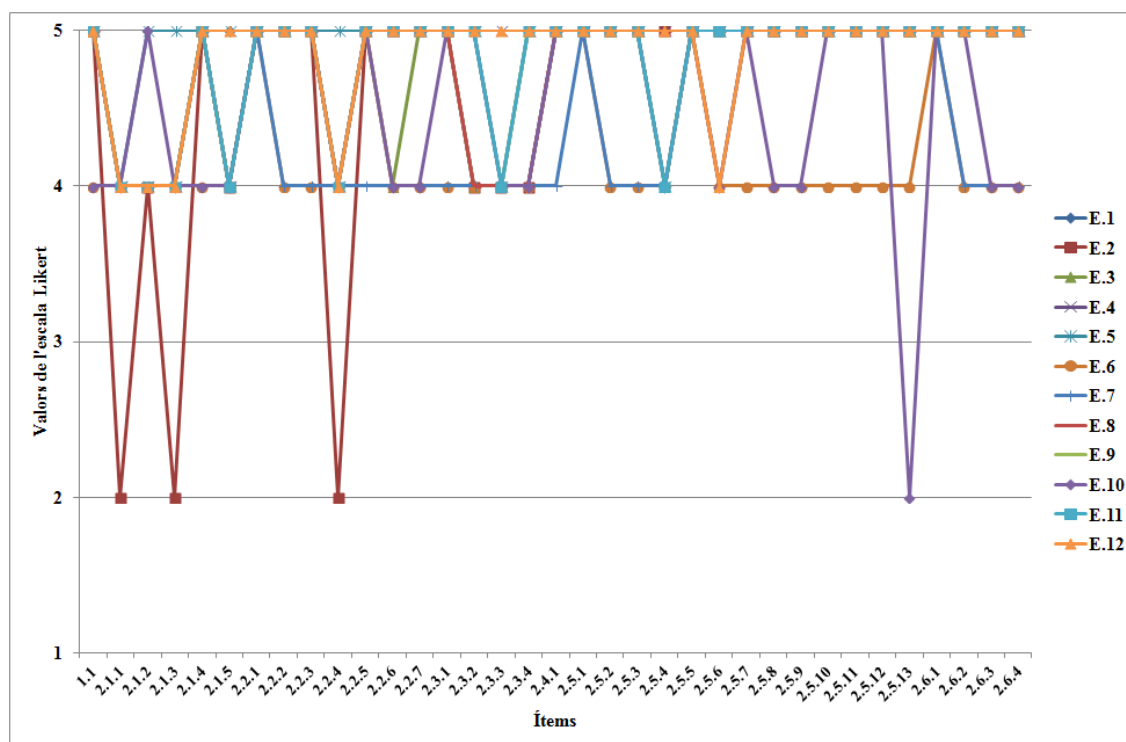
En relació al consens, els ítems 1.1, 2.2.1, 2.5.11 i 2.6.1 presenten un rang interquartílic de 0, mostrant així que el valor de la mediana obtinguda i dels quartils és el mateix, sense que hi hagi dispersió sobre la mesura central o mediana, i per tant, amb un alt grau de consens entre els experts a l'hora d'avaluar els ítems citats. En la resta dels ítems, però, el rang ha estat diferent a 0, tot i així, amb poca dispersió en el cas dels ítems 2.1.1, 2.1.4, 2.2.2, 2.3.1, 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.7, 2.5.10, 2.5.12 i 2.5.13 (+0,25), de +0,5 en l'ítem 2.1.3 i amb major dispersió i menys consens (diferència de +2 punts) en l'ítem 2.2.4. La majoria i resta d'ítems van presentar un rang interquartílic de +1.

En 13 de les 14 afirmacions, el qüestionari permetia que l'expert completés la seva resposta de l'escala Likert a través de la redacció de comentaris en un espai per observacions. Únicament en l'afirmació 1.1 no s'havia obert aquesta opció, ja que s'havia considerat suficient la resposta Likert per obtenir una opinió clara dels experts. De les 13, en 12 d'elles, els experts van fer observacions. La restant correspon a l'ítem sobre les condicions ambientals (2.4.1) on cap expert va aportar-ne. Les observacions per la resta d'ítems s'adjunten a l'annex 16 conjuntament amb les aportacions posteriors de la IP com a resposta o aclariment de les opinions dels experts i que constitueix informació que s'aporta en el qüestionari per la R2.

En relació als 7 ítems per ser avaluats mitjançant resposta oberta (del 2.5.14 fins al 2.5.20), cada expert, amb excepció de l'E.8, va opinar aportant els punts forts i/o dèbils dels elements que constitueixen el factor d'estudi. Posteriorment, un cop realitzada la lectura i anàlisi de totes les respostes, la IP va realitzar les seves aportacions per donar una retroalimentació global als experts i afavorir la successiva R2 per arribar a un major consens. En el mateix annex 16 s'hi poden consultar totes les respostes dels experts a través d'un resum de cada una i amb les aportacions de la IP corresponents per aportar informació per la R2.

### 5.4.3. Resultats de la segona ronda

El segon i últim qüestionari va estar obert pels experts del 25 de març al 3 d'abril 2015. Tots els experts van respondre dins de les dates límits a cada ítem d'avaluació sobre el protocol en la segona ronda del qüestionari (Annex 10), tant en relació a les afirmacions de resposta tancada (amb possibilitat d'observacions extres) com en les de resposta oberta (relatives als punts forts i dèbils de cada element del factor d'estudi).



Gràfica 32. Respostes de cada expert segons els valors de l'escala Likert pels diferents ítems en la R2.

Del total de 35 afirmacions per ser avaluades a través de l'escala Likert, únicament en 4 d'elles es va complir el criteri indicador de disparitat o conflicte en què mínim un expert responia amb valors inferiors al 4 o 5 (Gràfica 32), reduint-se així de les 14 conflictives de



la R1 a les 4 de la R2. D'aquesta manera el grau de consens assolit correspon al 88,57% de totes les afirmacions. En la gràfica s'evidencia l'acumulació pràcticament de totes les respostes en la part alta, en la franja entre 4-5, observant-se les 4 línies que descendeixen i que corresponen a les citades afirmacions, identificades segons l'expert. De fet, si es consideren els altres dos criteris indicadors (en relació al Q1 amb valors <4 o bé, al percentatge de resposta <75% en els valors "D'acord" i "Molt en desacord") aleshores, no hi ha cap afirmació conflictiva, arribant a un consens total del 100% per part de tots els experts.

Les 4 afirmacions corresponen als ítems 2.1.1, 2.1.3, 2.2.4 i 2.5.13. Les 3 primeres són les mateixes afirmacions que havien presentat més disparitat entre els experts mostrant, en la R1, més d'una resposta en valors baixos. En la R2, però, únicament 1 expert ha avaluat cada un d'aquests ítem en un valor  $\leq 3$ , en concret, en la categoria de "En desacord" (Taula 14, Freqüència de respostes). Per contra, l'ítem 2.5.13 no havia resultat conflictiu en la R1. D'altra banda, aquest mateix ítem està avaluat per 10 dels 11 experts restants en el valor màxim de "Molt d'acord".

En relació als ítems 2.1.1, 2.1.3 i 2.2.4, tots excepte un dels experts han reubicat les seves respostes en els valors màxims durant la R2 (Taula 14, Freqüència de respostes). Aquest canvi en les respostes dels experts ha generat nous percentatges de respostes en funció de la categoria (Taula 14, % de respostes). En totes les 3 afirmacions existeix un alt percentatge (superior al 75%) entre les categories "D'acord" i "Molt d'acord", mostrant un increment evident en relació a la R1. La majoria de les respostes estan en la categoria "D'acord". Dues respostes en el valor 5 de l'ítem 2.1.1 de la R1 han passat a valor 4 en la R2 i el mateix ha succeït en 1 resposta de l'ítem 2.2.4. En relació a d'altres paràmetres d'estadística descriptiva (Taula 14, Descriptiva), hi hagut un increment en els seus valors en comparació amb la R1. S'observa com els quartils i mediana tenen valors de 4, mitjanes amb valors molt pròxims a 4, i amb desviacions estàndards més petites.

		2.1.1		2.1.3		2.2.4	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2
<b>Freq. de respostes</b>	<b>Molt en desacord</b>	1	0	0	0	0	0
	<b>En desacord</b>	1	1	3	1	4	1
	<b>Indiferent</b>	1	0	0	0	0	0
	<b>D'acord</b>	7	11	8	10	6	10
	<b>Molt d'acord</b>	2	0	1	1	2	1
<b>% de respostes</b>	<b>Molt en desacord</b>	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>En desacord</b>	8,33	8,33	25,00	8,33	33,33	8,33
	<b>Indiferent</b>	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>D'acord</b>	58,33	91,67	66,67	83,33	50,00	83,33
	<b>Molt d'acord</b>	16,67	0,00	8,33	8,33	16,67	8,33
<b>Descriptiva</b>	<b>Mínim</b>	1	2	2	2	2	2
	<b>Màxim</b>	5	4	5	5	5	5
	<b>Quartil 1</b>	3,75	4,00	3,50	4,00	2,00	4,00
	<b>Mediana</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	<b>Quartil 3</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	<b>Mitjana</b>	3,67	3,83	3,58	3,92	3,50	3,92
	<b>SD</b>	1,15	0,58	1,00	0,67	1,17	0,67

**Taula 14.** Freqüència i percentatge de respostes per cada categoria Likert i estadística descriptiva dels 3 ítems conflictius en la R1 i R2.

Freq.: Freqüència; %: Percentatge; R1: Ronda 1; R2: Ronda 2; SD: Desviació estàndard.

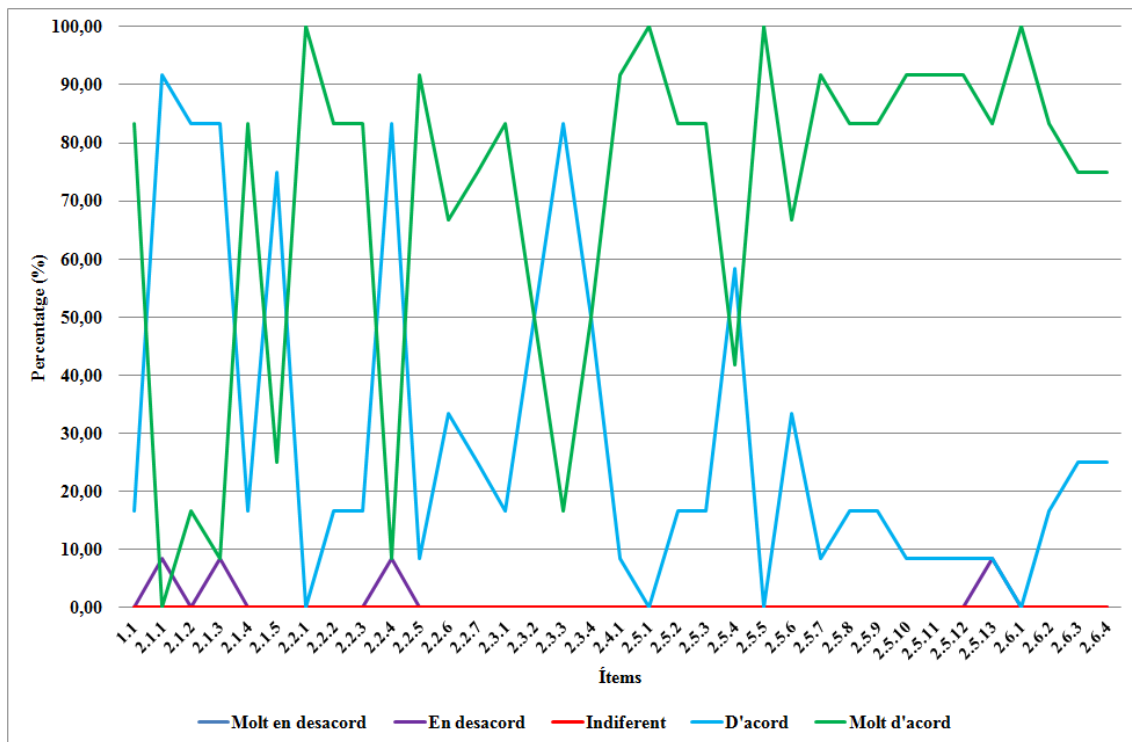
De la mateixa manera, el rang interquartílic (Q3-Q1) a la R2 s'ha reduït, essent nul en els 3 ítems comentats o bé, resultant en valors positius, inferiors als de la R1, en d'altres ítems com són els 2.1.5, 2.2.7, 2.6.3 i 2.6.4 amb un rang interquartílic de +0,25 o en els ítems 2.2.6, 2.3.2, 2.3.4, 2.5.4 i 2.5.6 de +1 punt (valor màxim del rang a R2). En la resta d'ítems, igual que en els 3 conflictius, el rang interquartílic ha resultat ser 0 (també en el 2.5.13). D'aquesta manera, s'indica que la dispersió entre els valors és petita, podent adjudicar el valor de les respostes dels experts a un valor igual o molt similar a l'indicat per la mediana (indicador d'alt grau de consens). El grau de consens a R2 és superior al mostrat a R1.

Per consultar les respostes de tots els experts per tots els ítem, s'aporta la següent taula 15 de percentatges de la R2:

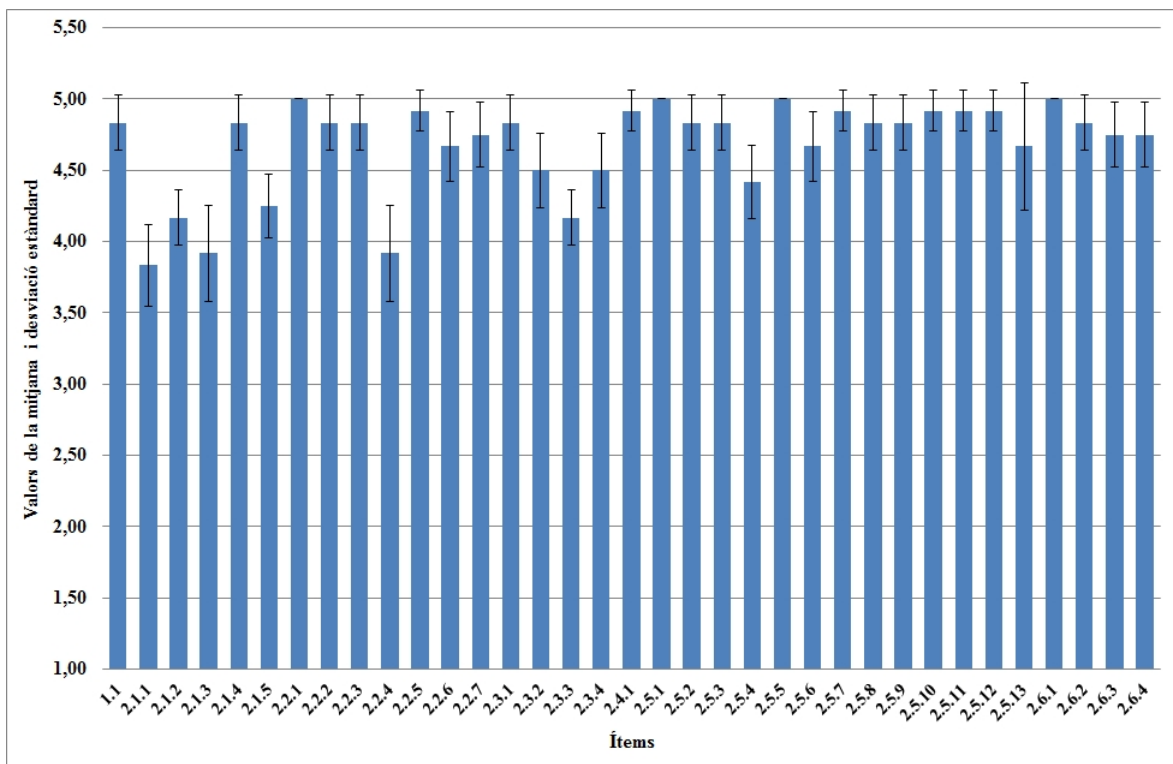
	<b>Molt en desacord</b>	<b>En desacord</b>	<b>Indiferent</b>	<b>D'acord</b>	<b>Molt d'acord</b>
1.1	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.1.1	0,00	8,33	0,00	91,67	0,00
2.1.2	0,00	0,00	0,00	83,33	16,67
2.1.3	0,00	8,33	0,00	83,33	8,33
2.1.4	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.1.5	0,00	0,00	0,00	75,00	25,00
2.2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2.2.2	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.2.3	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.2.4	0,00	8,33	0,00	83,33	8,33
2.2.5	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.2.6	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67
2.2.7	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00
2.3.1	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.3.2	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00
2.3.3	0,00	0,00	0,00	83,33	16,67
2.3.4	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00
2.4.1	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.5.1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2.5.2	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.5.3	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.5.4	0,00	0,00	0,00	58,33	41,67
2.5.5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2.5.6	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67
2.5.7	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.5.8	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.5.9	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.5.10	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.5.11	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.5.12	0,00	0,00	0,00	8,33	91,67
2.5.13	0,00	8,33	0,00	8,33	83,33
2.6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2.6.2	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
2.6.3	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00
2.6.4	0,00	0,00	0,00	25,00	75,00

**Taula 15.** Percentatges de respostes dels experts per cada ítem de la R2 i categoria de l'escala Likert.

De la mateixa manera, en les gràfiques 33 i 34 s'hi representen tots els ítems del qüestionari R2 amb els percentatges de respostes segons la categoria Likert així com la seva mitjana i desviació estàndard.



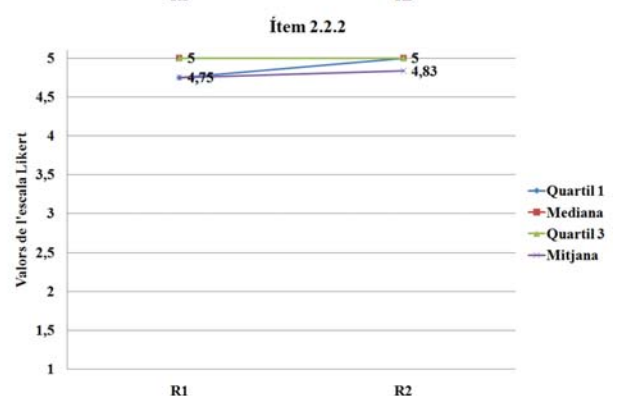
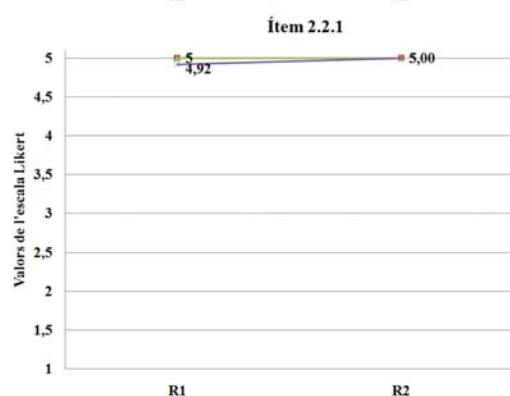
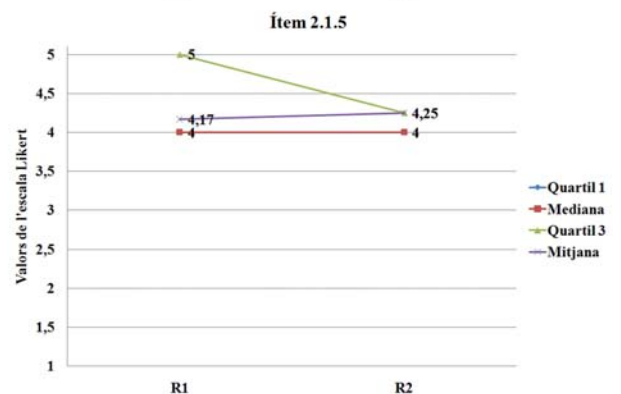
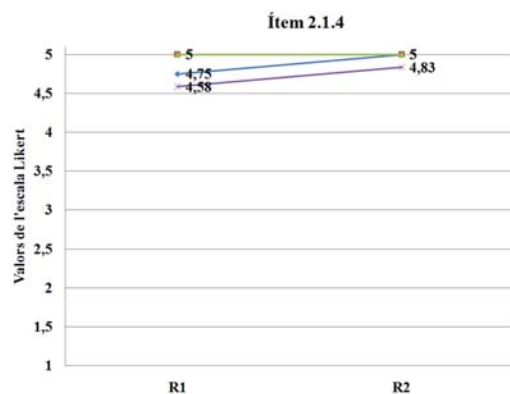
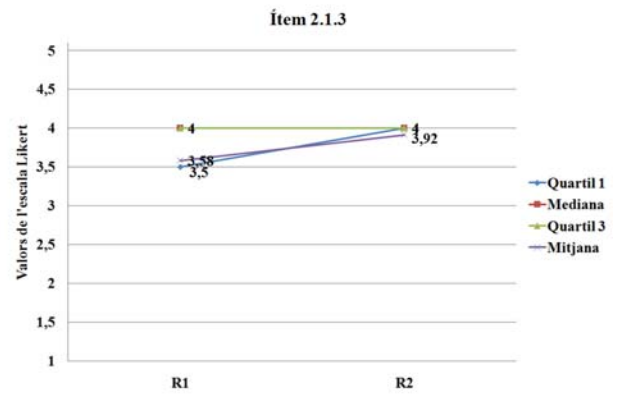
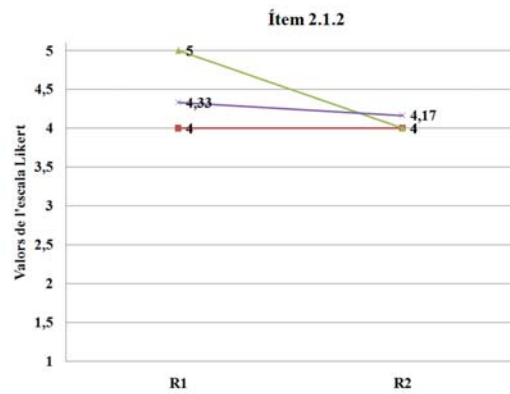
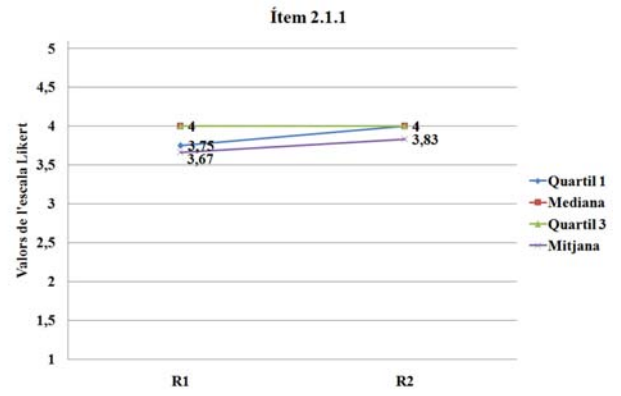
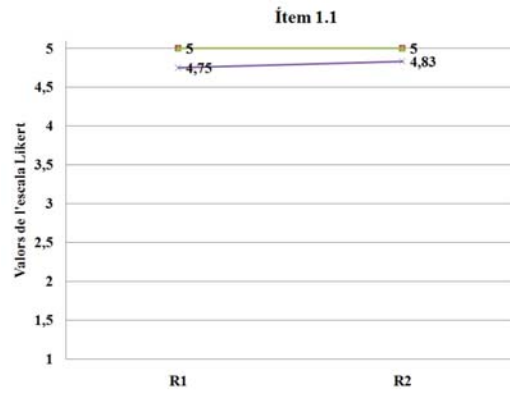
Gràfica 33. Percentatges de respostes per cada categoria de l'escala Likert en els ítems de R2.

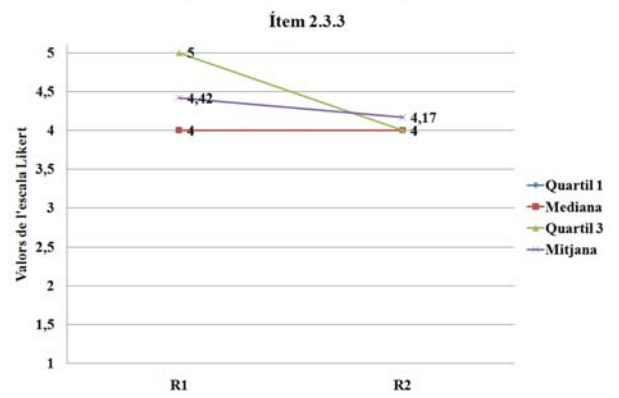
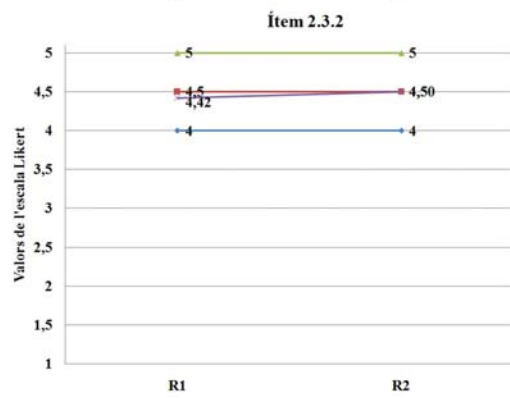
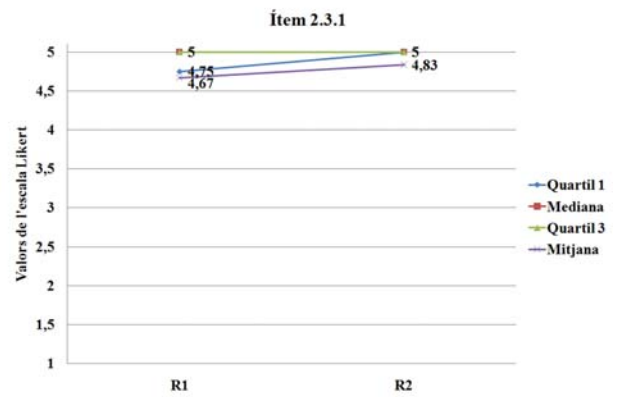
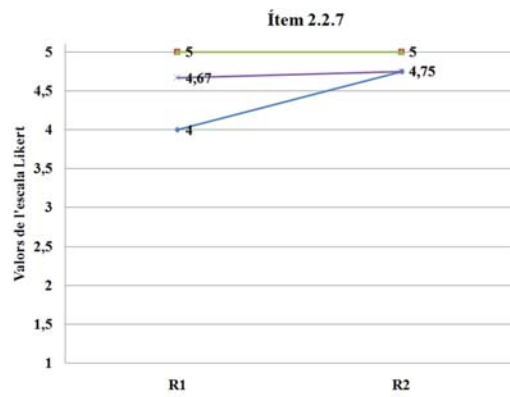
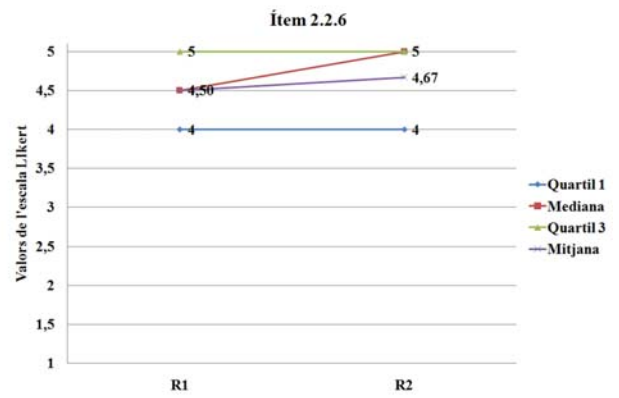
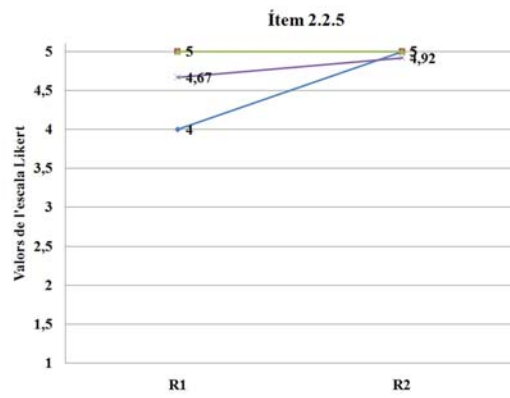
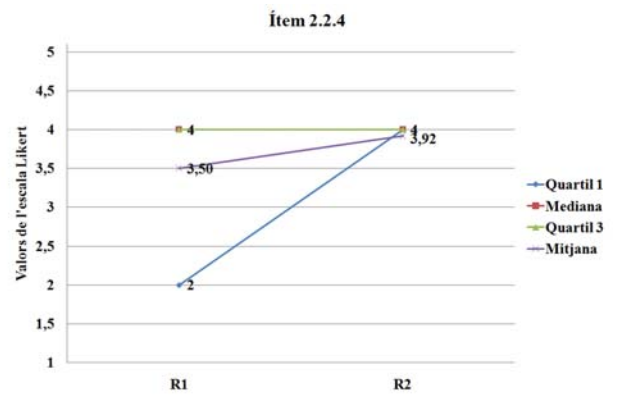
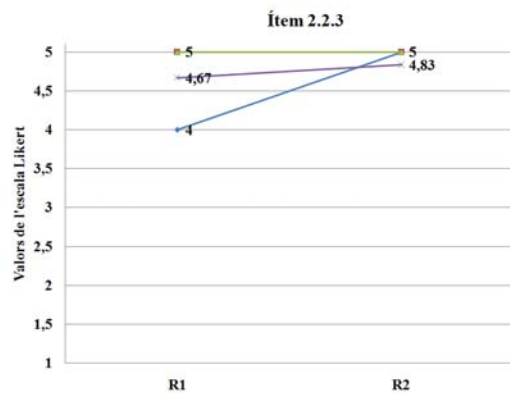


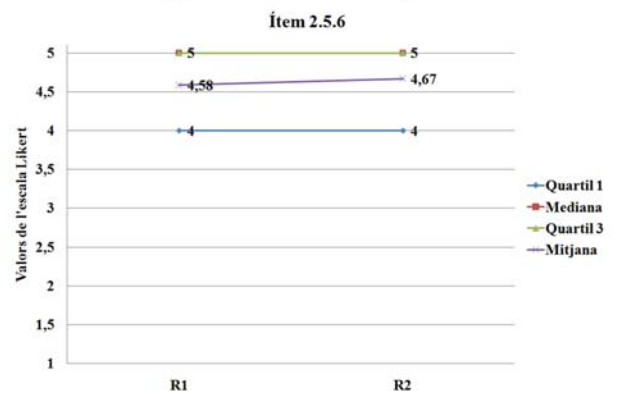
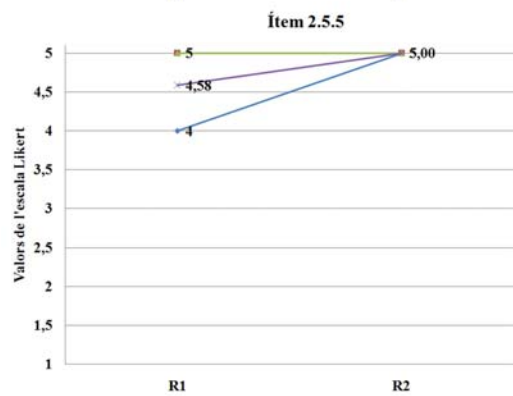
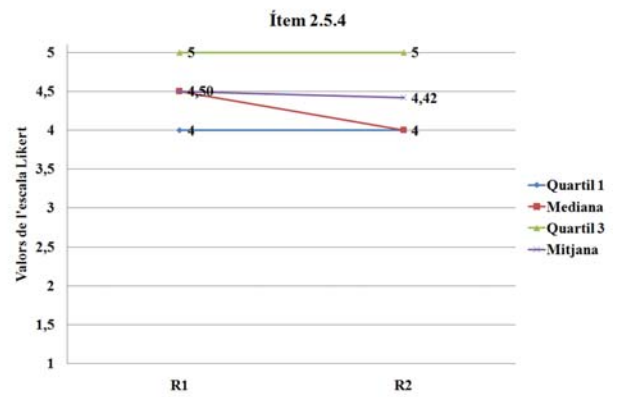
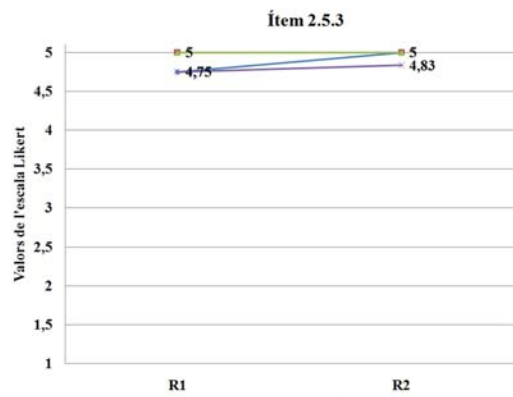
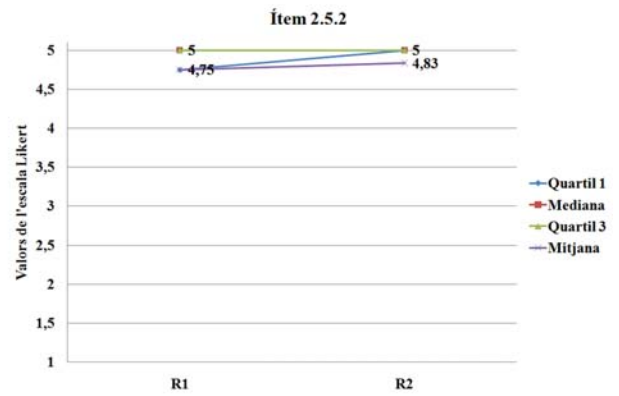
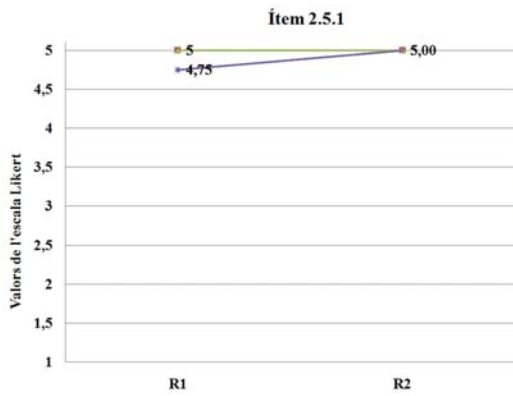
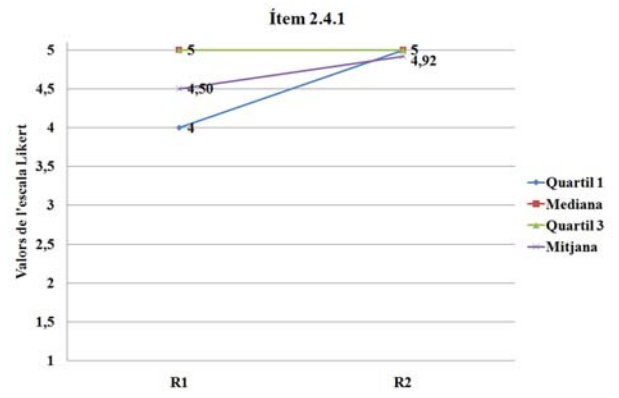
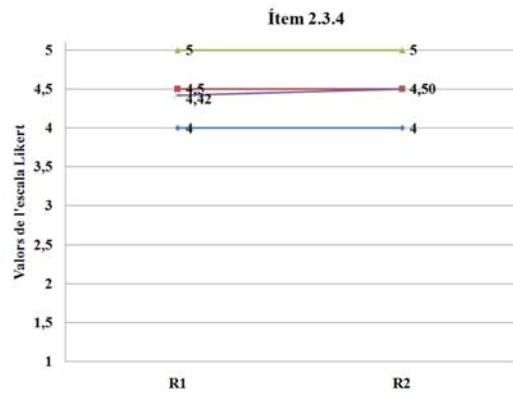
Gràfica 34. Mitjana i desviació estàndard per cada ítem de la R2 segons els valors de l'escala Likert.

En ambdues gràfiques s'observa una millora dels resultats de totes les afirmacions en relació a la R1.

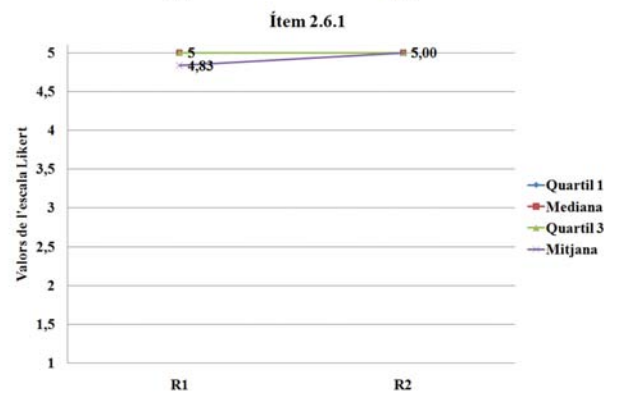
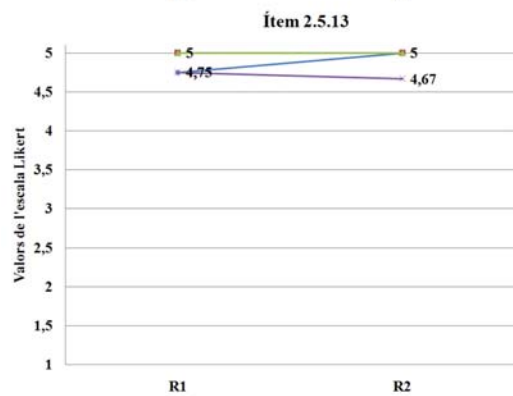
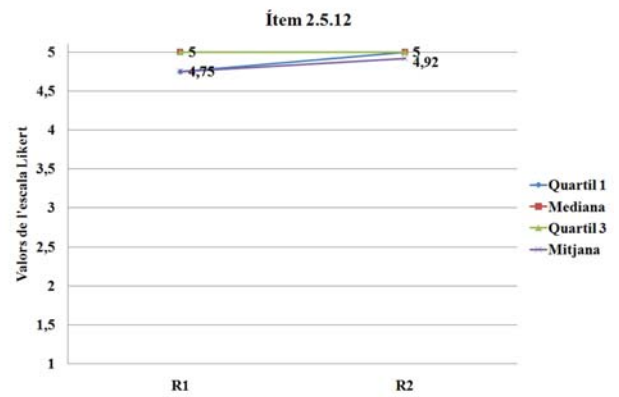
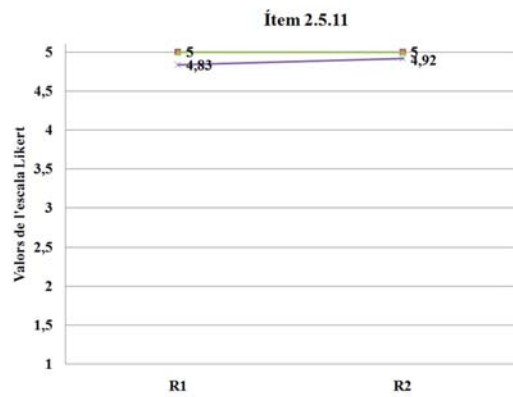
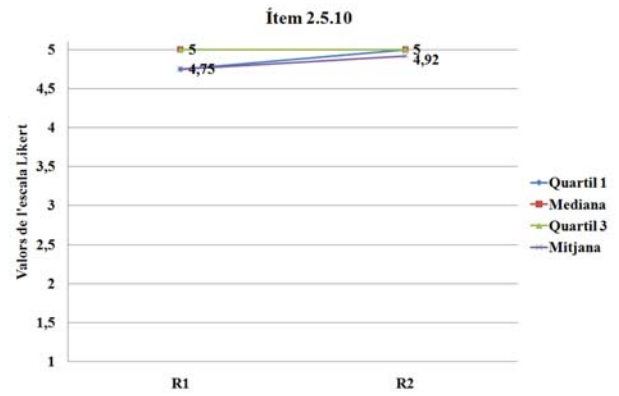
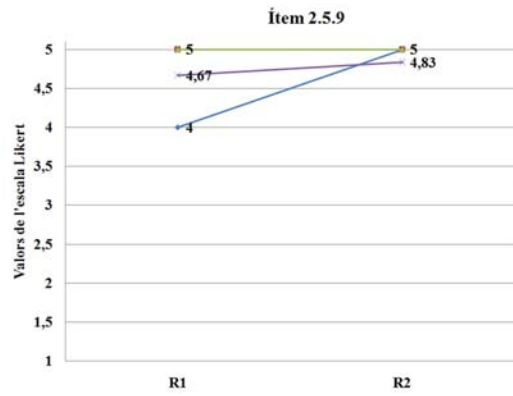
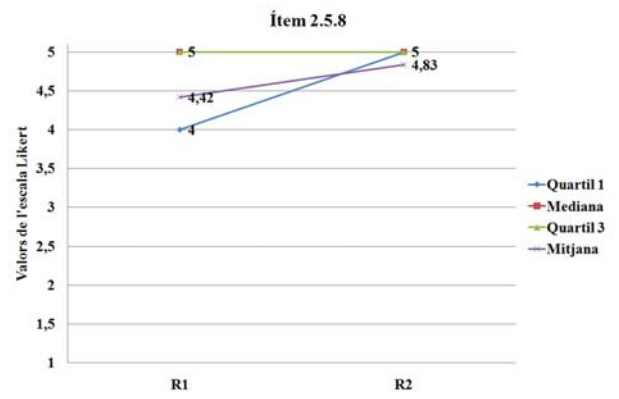
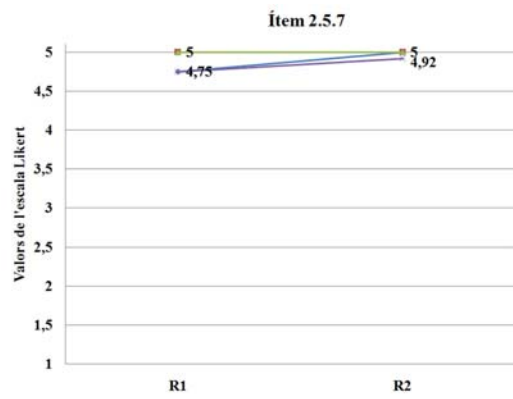
Les següents gràfiques (Figura 17) mostren el comportament de R1 a R2 per cada ítem amb les variables descriptives centrals així com els Q1 i Q3. S'hi pot observar que pràcticament en tots els ítems s'ha evolucionat favorablement amb excepcions puntuals com serien els ítems 2.1.2, 2.1.5, 2.3.3, 2.5.4 i 2.5.13. No són comportament massa destacables, més enllà de presentar una lleugera disminució de la mitjana (2.1.2, 2.3.3, 2.5.4 o 2.5.13) o del Q3 (2.1.2, 2.1.5 i 2.3.3) o bé, en el cas del 2.5.4, de la mediana. En l'ítem 2.2.4 caldria destacar el canvi més evident i en positiu del Q1 que passa de 2 a 4. En els casos en què les línies dels quartils es solapen entre sí o bé, dibuixen una forma d'embut significa que el consens és major, ja que el rang interquartílic és 0 o proper a 0. Els valors dels rangs interquartílics s'han comentat prèviament pels diferents ítems però en aquestes gràfiques hi estan també representats juntament amb l'evolució de la mitjana i la mediana que, amb excepció dels ítems anteriors, han millorat favorablement de la R1 a la R2.











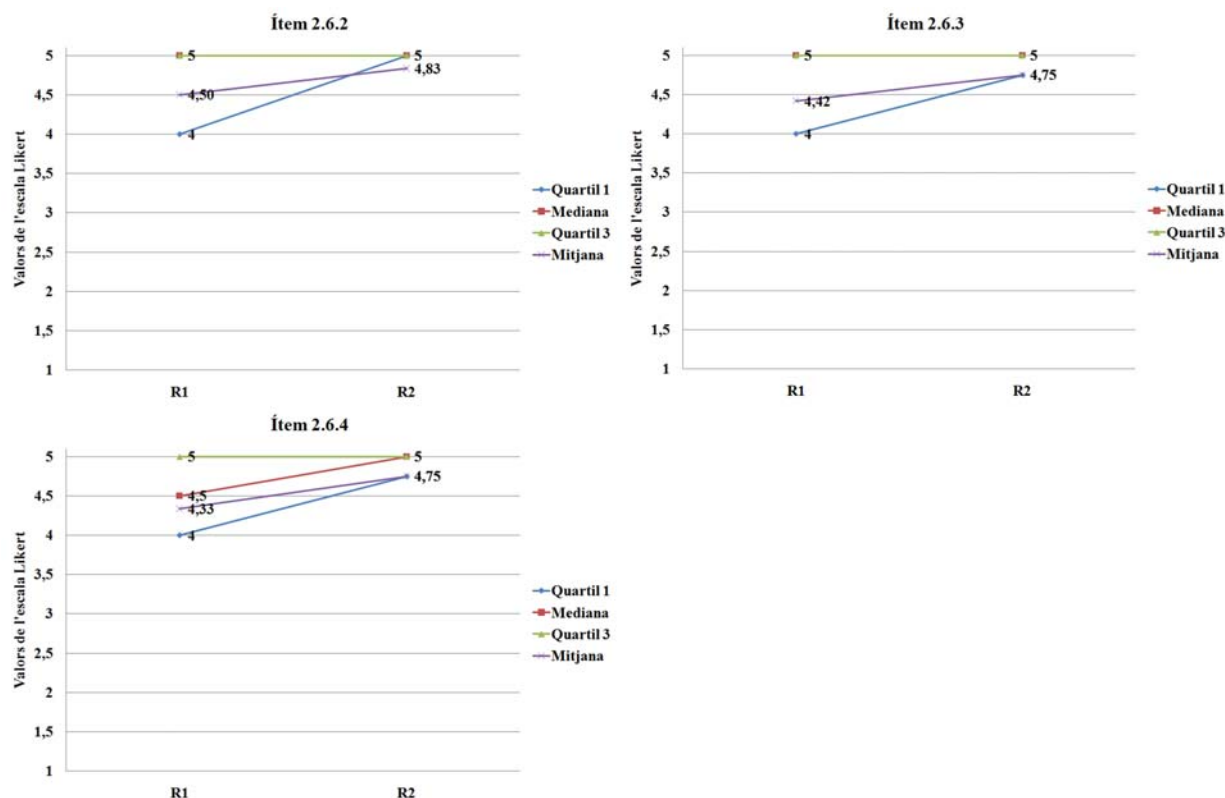


Figura 17. Gràfiques de cada ítem per la comparativa entre R1 i R2 dels paràmetres descriptius.

Les observacions extres dels experts als ítems de resposta tancada en la R2 s'han reduït en relació a la R1. S'annexa la còpia de totes les observacions fetes (Annex 17), amb la indicació de l'expert que l'ha realitzada. Amb excepció de l'aportació de l'E.2 en què s'insisteix en la necessitat de repartir millor el temps dins de cada sessió de tractament, les altres no han estat aportacions rellevants per possibles canvis en el protocol, sinó al contrari, eren observacions a favor del consens. De fet, l'E.2 ha estat l'expert que ha mantingut la seva resposta en valors baixos, en concret en "En desacord", respecte a la R1, causant que la condició dels ítems 2.1.1, 2.1.3 i 2.2.4 com a conflictius es mantingui de R1 a R2. L'expert E.10 no ha realitzat cap observació en l'ítem 2.5.13 que havia valorat amb "En desacord".

En relació als 7 ítems per ser avaluats mitjançant resposta oberta (del 2.5.14 fins al 2.5.20), alguns dels experts han fet noves observacions (Annex 17). En concret, aquells que han fet la seva aportació han estat els experts E.3 (en 1 ocasió), E.4 i E.5 (en 5 ocasions) i els E.2 i E.9 (en totes les 7 afirmacions).

Dels resultats de tot el panell d'experts se n'extreu, d'una banda, el reforçament d'aquells ítems en què el grau de consens ha estat alt i, d'altra banda, una sèrie de conclusions i

propostes de millora per convertir el protocol neurocognitiu en una eina el màxim d'acurada i viable possible. Tot això s'exposa en l'informe final entregat al final del procés a cada un dels experts enviat via e-mail (Annex 11).

# DISCUSSIÓ



## **6. DISCUSSIÓ**

### **6.1.DE LES REVISIONS BIBLIOGRÀFIQUES AL PROTOCOL NEUROCOGNITIU**

Aquest treball d'investigació pretén avaluar la influència dels processos cognitius (p.ex. atenció, percepció, imatge motora), introduïts en els exercicis terapèutics d'una sessió de fisioteràpia, per la recuperació qualitativa i quantitativa del moviment de l'ES afectada en ictus subagut. La hipòtesi del present treball incideix en la importància de la guia d'aquests processos cognitius cap a les informacions procedents del moviment del cos del pacient o bé, de l'objecte amb el què interactua per tal que l'activació cerebral produïda sigui l'adequada a les capacitats organitzatives de cada pacient i que el porti a la millor recuperació.

#### **6.1.1. Revisions bibliogràfiques**

Cal tenir present que, després d'un ictus, la persona pot presentar una àmplia diversitat de clínica que abraça des d'aspectes motors, sensitius o sensorials fins a alteracions en l'àmbit cognitiu o de la conducta (44,78,84). Del 30 al 66% d'aquests pacients encara presenten aquestes dificultats més enllà dels 6 mesos (87–89,217), essent, l'afectació de l'ES molt prevalent en aquesta població des de la fase aguda (75,89).

Així doncs, en fisioteràpia, és habitual plantejar-se, com a objectiu terapèutic, la millora del moviment dels nostres pacients però, d'altra banda, no és tant freqüent que el plantejament terapèutic contempli, amb la mateixa importància, aspectes més enllà d'aquells motors, analítics i de caire mecànic com són l'augment de la força muscular o del rang articular (102–104). A més a més, la manca d'homogeneïtat entre els estudis respecte a les diverses metodologies en fisioteràpia (dosi, durada de la intervenció, instruments d'avaluació...) així com les disparitats en les característiques o en la mida mostral dificulten la comparació entre elles de manera que, tant en la literatura científica com en la pràctica clínica, existeixen multitud de teràpies que conviuen entre sí sense que cap hagi pogut demostrar que sigui la millor o la de referència (27,73,106,218). Alhora, cada cop més, es destaca la necessitat d'establir protocols de tractament basats en la FBE que permetin una correcta presa de decisions i posada a terme d'aquests, tenint present la indicació de la fisioteràpia per la recuperació funcional a mig termini (108).

Paral·lelament, van sorgint nous coneixements científics que aposten per realitats neurofisiològiques més globals, com són l'estudi del control (5,30) i aprenentatge motor (12,126) o bé, actualitzacions sobre la neuroplasticitat (141,219) que permetrien ampliar l'horitzó existent i, per tant, també les seves repercussions terapèutiques.

Davant d'això, prèviament a la proposta d'un protocol d'actuació fisioterapèutica que inclou, des del punt de vista avaluatiu i terapèutic, els diferents aspectes que conformen l'acció a recuperar (sensitiu, cognitiu i motor), s'ha revisat extensament la literatura científica per valorar què s'entén com a acció i moviment de l'home i, sobretot, com aquest pot tenir lloc des del punt de vista de la seva organització cortical (**Revisió bibliogràfica 1**) (220). A la concepció clàssica de Penfield referent a una organització única i somatotòpica a nivell cortical de les parts del cos (18) que donaria lloc a un moviment fruit d'activacions seqüencials de zones corticals clarament diferenciades, li van sorgir diferents corrents que posaven en dubte aquests coneixements. Aquestes evidencien l'existència d'una major complexitat de l'organització cerebral del moviment amb variacions sobre les dues característiques típiques de l'homuncle de Penfield (14,17). Aquestes diferències s'han subratllat en major o menor mesura segons els autors i segons la metodologia d'estudi seguida amb tècniques de neuroimatge modernes de finals del segle XX i inicis del XXI. En tots els casos (15,43,221–223), però, s'accepta l'existència d'un solapament entre les àrees, trencant així amb el concepte anatòmic i diferenciat de les zones corticals responsables del moviment. Tot i haver-hi controvèrsia en el grau de somatotopia (amb major o menor solapament), aquest fet sumat al coneixement sobre les representacions múltiples de les parts del cos a l'escorça motora (192,224) i parietal amb la presència de circuits funcionals parietofrontals (14,43,225) que permeten el flux constant i recíproc d'informacions entre aquestes i més zones, desemboca en un nou punt de vista sobre l'organització motora cortical en els primats i en els humans. D'aquesta manera, el sistema motor consta de múltiples estructures repartides en diferents zones del sistema nerviós que es poden activar seqüencial i paral·lelament mitjançant els circuits parietofrontals. Alhora és un sistema involucrat en funcions cognitives com són la imitació, l'observació i la comprensió de les accions dels altres, l'anticipació de l'acció,... (14,226), les quals són possibles a través de l'activació del sistema de les neurones mirall.

Les seves conseqüències clíniques són tractades amb més profunditat en una segona revisió, acceptada i en procés de publicació (**Revisió bibliogràfica 2**), en què s'hi planteja la proposta neurocognitiva de tractament (o també anomenada Exercici terapèutic

cognoscitiu) que considera els aspectes relatius al control i aprenentatge motor introduint, en la pràctica clínica, les funcions cognitives com a eines per aconseguir la recuperació del moviment alterat o perdut per la lesió. D'aquesta manera, aquest abordatge introdueix en la seva proposta clínica aquells coneixements científics actuals i novedosos relacionats amb les funcions pròpies del sistema de les neurones mirall descobertes per Giacomo Rizzolatti (24,54). Carlo Perfetti (179,180,187) estudia i proposa introduir la neurocognició en els exercicis de fisioteràpia convencionals però, evidentment, amb diferents modalitats i fent explícita l'estreta relació entre cognició i aprenentatge amb moviment i cos.

### 6.1.2. Protocol neurocognitiu

Existeixen pocs estudis sobre la fisioteràpia neurocognitiva. La majoria són en el pacient traumatològic (184–186). Wongphaet *et al.* (182) van portar a terme el primer estudi experimental en pacients amb ictus crònic (>6 mesos) amb l'aplicació de l'ETC o, tal i com ells el van anomenar, *Cognitive Sensory Motor Training Therapy*. En l'estudi es van avaluar els canvis en la funció motora de l'ES en 7 pacients que varen rebre tractament de forma variable (fins que no presentessin més millores o bé, fins que el pacient decidís finalitzar), amb una durada mitjana de 2,5 mesos. No existia GC i les avaluacions, realitzades amb el test ARA, no incloïen avaluació posterior a la fase de tractament o *follow-up* (una a l'inici de l'estudi i, a partir d'aleshores, una al mes fins al final de la teràpia). El protocol de tractament no apareix detallat en l'estudi i tots els pacients realitzaven el mateix procediment des de l'inici, amb independència del seu estat. Els autors conclouen que els resultats positius obtinguts suggereixen que el CSMTT podria ser efectiu en aquests pacients i, possiblement, encara més en pacients subaguts a on les capacitats plàstiques són superiors. Per la seva part, Chanubol *et al.* (181), a l'any 2012, van realitzar un assaig clínic aleatoritzat de simple cec amb un protocol de tractament amb CSMMT en 40 pacients amb ictus agut (<2 setmanes) i amb l'existència d'un GC que rebia un protocol de teràpia ocupacional per la recuperació de la funcionalitat de l'ES. El tractament va durar 4 setmanes i es van realitzar 2 avaluacions, a l'inici i al final del tractament, utilitzant el test ARA i l'Índex de Barthel, limitant l'avaluació al nivell d'activitat sense considerar els dèficits que s'hi podrien associar. En l'estudi s'estableix millor una progressió en els exercicis del protocol amb CSMMT tot i que aquesta progressió resulta de l'assaig-error durant la realització pròpia dels exercicis, no essent establert el nivell adequat de forma prèvia. S'utilitzen únicament exercicis de reconeixement cinestèsic. Malgrat que s'observen canvis superiors en el grup CSMMT



respecte al GC, aquests no van resultar estadísticament significatius per la millora de la funcionalitat del braç i de la mà en pacients amb ictus agut.

Un resultat del present treball és justament un **protocol d'actuació fisioterapèutica** aplicat en pacients d'ictus subagut. L'objectiu plantejat consistia en proporcionar una eina viable i acurada, seguint les premisses neurocognitives, per aproximar aquest abordatge a la ciència quantitativa a través d'una correcta aplicació en relació a l'avaluació i al tractament, així com per acostar al terapeuta a una nova forma de treballar amb el pacient i, en concret, amb l'afectat per ictus subagut. En ell s'hi han considerat aquells aspectes que no estaven tant contemplats en els anteriors estudis citats que aplicaven el CSMMT. En primer lloc, s'ha donat una gran importància a establir, a través de mesures clíniques, el nivell basal de cada participant per tal d'obtenir, de forma prèvia, el seu estat en els diferents aspectes que conformen el moviment i així organitzar el tractament adequat a les seves capacitats, sense haver de recórrer a l'assaig-error. Tal i com els coneixements previs indiquen, el moviment és vist com quelcom més complexe que l'execució en sí, de manera que en el protocol s'hi avaluen, donant la mateixa rellevància, variables relatives als dèficits a nivell sensitiu (tacte i cinestèsia), cognitiu (anticipació de l'acció) i motor (força muscular) així com al nivell d'activitat a través d'una escala que avalua la funcionalitat des d'una visió també qualitativa (escala MESUPES). En segon lloc, una altra diferència respecte als anteriors estudis rau en la realització de múltiples avaluacions al llarg de l'estudi, en concret 4, amb l'existència d'un *follow-up* a les 10 setmanes d'haver finalitzat el tractament per poder avaluar els efectes a llarg termini del mateix. També s'ha establert una jerarquia de tasques de discriminació somatosensorial que inclou, no tansols informació cinestèsica sinó també tàctil.

Existeixen diferents estudis que han aplicat protocols de tractament en ictus per la millora dels dèficits somatosensorials. Una autora de referència és Carey, la qual ha realitzat diferents investigacions, des de la dècada dels 90 fins a l'actualitat, amb estudis de casos (194,227), de cohort (228) o bé, de neuroimatge en relació a la discriminació tàctil (196,229). En un assaig clínic del 2011 (102) hi compara un grup amb un programa de discriminació somatosensorial a la mà amb un altre grup exposat repetidament a estímuls inespecífics relatius a la cinestèsia, a través del moviment articular, i relatius al tacte amb l'ús de diferents textures i objectes. El programa de discriminació està basat amb el concepte d'aprenentatge motor i plasticitat, en què els autors utilitzen estratègies com són l'anticipació, l'atenció durant l'exploració, la qual es realitza amb els ulls tancats, i el

*feedback*. A més, les tasques de discriminació sensitiva s'organitzen de forma jeràrquica, de menor a major dificultat, però sense ser clarament especificats els criteris. Es busca la discriminació de les diferents posicions articulars, superfícies de les textures i característiques dels objectes (mida, forma, pes, temperatura...) per part del grup experimental. En la intervenció de control s'exposa el pacient a diferents textures o objectes i a la mobilització passiva de l'ES sense demanar-li la discriminació. A diferència dels de Carey, la intenció del nostre protocol no ha estat únicament la millora dels dèficits sensitius sinó que ha estat plantejat per la recuperació del moviment funcional i, també, de qualitat de l'ES en pacients amb ictus en fase subaguda a través de l'aplicació dels factors citats per l'aprenentatge motor i amb l'establiment d'uns criteris clars per determinar el nivell de la jerarquia.

Tot i els estudis de Carey amb l'aplicació de protocols amb tasques de discriminació somatosensorial, existeixen pocs estudis sobre els efectes que aquestes tenen en les activacions cerebrals pel processament d'informacions tàctils i cinestèsiques. Van de Winckel *et al.* en els seus estudis, primer al 2005 en subjectes sans (94) i, posteriorment, al 2012 en pacients amb ictus (95), demostren l'activació d'una àmplia xarxa parietofrontal bilateral durant la discriminació guiada, mitjançant la mobilització passiva del dit índex, de formes diverses tals com línies horitzontals de diferent longitud, figures geomètriques conegudes (rectangles i triangles) i no conegudes (quadrilàters) de diverses mesures. Les tasques es van realitzar de forma passiva per descartar l'efecte de les activacions musculars i així comprovar que les activacions cerebrals observades reflectien el processament de la informació somatosensorial. Aquesta zona d'activació frontoparietal presenta concordances amb les activacions cerebrals dels estudis sobre exploració activa en subjectes sans (94,230). Malgrat la necessitat de més estudis, en estudis com el de Bödegard *et al.* (230) ja s'hi havia observat que la discriminació sensitiva provoca, en situacions normals, de forma passiva i activa, l'activació de diferents xarxes parietals i premotores. També, en la metanàlisi de Rehme (121) s'ha evidenciat que les tasques de mobilització passiva o grau 1 activen àrees tals com la sensitiva secundària bilateralment o el còrtex cingular, responsable de transformar les intencions en accions i implicat en el processament sensorial.

En els estudis de Van de Winckel, l'aspecte passiu de la tasca proposada fa referència a l'àmbit motor mentre que, per tal de dur a terme la discriminació sensitiva guiada de diferents formes i llargades, el subjecte ha d'estar actiu cognitivament (estar atent, ús de la

memòria de treball, de la comparació, de la imatge mental, etc...) durant el contacte i la mobilització que se li realitza. Es pretén descartar la simple influència de la mobilització passiva i de la discriminació general, mitjançant l'aplicació d'un grup control amb fragments musicals i, en canvi, destaca la divergència en les activacions cerebrals d'aquesta xarxa en funció del tipus de discriminació somatosensorial passiva (formes conegudes vs no-conegudes vs llargades). Per exemple, s'ha vist que les formes no conegudes impliquen una major activació ja que, probablement, representa una tasca més complexa pel fet de no tenir una imatge prèvia de la figura (94,95). Aquestes troballes sobre les diferents vies o circuits en funció de la submodalitat somatosensorial (per exemple, formes i llargades o discriminació de textures) també les confirmen Harada *et al.* (231) en un estudi en subjectes sans.

Existeixen poques diferències entre les activacions cerebrals en els subjectes sans i en els pacients amb ictus (95). Les regions frontoparietals reclutades en ambdós casos són molt similars però, per altra banda, s'ha trobat una major activació cerebel·lar en el cas dels pacients, cosa que es relacionaria amb la necessitat de construcció de la representació mental sensomotora del moviment mitjançant la IM, desenvolupant el cerebel el seu rol en funcions no motores sinó de processament cognitiu per la discriminació de la tasca (95,195).

Considerant aquests coneixements, la discriminació en sí, tal i com es proposa en el protocol neurocognitiu amb l'activació de la imatge per anticipar o de l'atenció cap a les informacions del cos, esdevindria una via d'entrada al sistema motor, entès com una multiplicitat d'àrees localitzades en diferents parts del sistema nerviós (frontal, parietal, entre d'altres). Els exercicis de grau 1 o passius, més enllà de l'activació muscular donada pel grau 2 i 3, ofereixen la possibilitat d'incidir en el sistema motor en un moment en el que la patologia, com l'ictus, ha fet que la persona no pugui moure's o ho faci en menor mesura o mitjançant compensacions (94,95,121).

Per avaluar la viabilitat i efectivitat del protocol, es va dur a terme un estudi pilot en el que es comparava el protocol neurocognitiu creat, i que s'ha aplicat al GE, amb un tractament convencional, pel GC, a través de mobilitzacions articulars de l'ES i de treball tàctil a nivell de la mà.

## 6.2. ESTUDI PILOT

### 6.2.1. Dades demogràfiques i característiques clíniques de la mostra

En relació a les dades demogràfiques i característiques clíniques dels participants de l'estudi pilot, s'ha obtingut una mostra amb distribució desigual entre homes i dones així com en la localització de l'hemisferi lesionat i en el temps des de l'ictus (malgrat ser tots en fase subaguda). Aquesta heterogeneïtat no ha estat estadística ni clínicament significativa. Tal i com indiquen diferents estudis sobre les possibles associacions entre variables o factors (demogràfics, gravetat de l'ictus...) amb el pronòstic clínic de recuperació de l'ES post-ictus, no existeixen evidències concloents en relació al gènere, edat, localització, tipologia o temps de l'ictus (232,233), essent aquestes variables independents al procés de recuperació. Tot i així, Coupar *et al.* (232), en la seva revisió sistemàtica, suggereixen que els ictus en persones joves, homes i amb afectació cerebral esquerra podrien presentar un millor pronòstic.

### 6.2.2. Resultats de l'estudi pilot

En relació als resultats de l'aplicació del protocol neurocognitiu en l'estudi pilot per avaluar-ne la seva viabilitat i efectivitat en la millora del moviment funcional i de qualitat de l'ES, cal destacar l'aposta per organitzar la intervenció terapèutica amb una **bateria d'instruments d'avaluació** que, en correspondència amb la CIF, avaluen des del nivell de funcions i estructures corporals com són la força muscular (funció motora), les diverses modalitats somatosensorials com el tacte superficial o la cinestèsia (funció sensitiva) i la capacitat d'imaginar en relació al cos i al moviment (funció cognitiva) fins al nivell d'activitat amb l'avaluació de tasques funcionals. D'aquesta manera, a part de la pròpia avaluació de la funcionalitat o moviment de l'ES a través de l'escala MESUPES, s'avaluen també, de forma desglossada, els diferents elements que constitueixen el control motor (motor, sensitiu, cognitiu) (4) per obtenir informació més acurada de cada un d'ells i així, permetre orientar el tractament de forma més adaptada a les capacitats i característiques individuals de cada participant de l'estudi. A diferència dels protocols genèrics comentats prèviament dels estudis de Wongphaet *et al.* (182) i Chanubol *et al.* (181), que haurien pogut condicionar els seus resultats, s'han establert una sèrie de criteris de selecció dels exercicis o tasques que relacionen el seu nivell de dificultat a l'estat inicial del participant. En concret, aquests criteris de selecció s'han definit a través dels valors obtinguts en la MESUPES (braç i mà) i en les subescales tàctil i cinestèsica de la RNSA, condicionant la dificultat motora i la dificultat sensitiva i cognitiva de l'exercici terapèutic. L'increment

gradual de la pràctica en el tractament representa un dels factors per l'aprenentatge motor (52,73).

D'altra banda, malgrat la diversitat d'estudis sobre la recuperació motora i funcional de l'ES en l'ictus (27,73,106), s'ha incidit poc en la influència o repercussió que tenen els dèficits sensitius o somatosensorials, i les seves diferents modalitats, en els mateixos resultats motors i funcionals (234). Per qüestions metodològiques dels propis estudis (heterogeneïtat dels articles estudiats en relació als seus dissenys, mida mostral, instruments d'avaluació, entre d'altres), no es pot aconseguir un màxim consens sobre l'efecte de la contribució d'aquests dèficits en el pronòstic funcional de l'ES però, malgrat algunes crítiques per les citades qüestions metodològiques, existiria relació entre el millor estat de les informacions somatosensorials i una major recuperació de la funcionalitat de l'ES (232–234). En concret, la capacitat per discriminar 2 punts al tou del dit índex i la propiocepció (cinestèsia) es relacionarien amb la millora de la qualitat dels moviments funcionals de l'ES. De la mateixa manera, també la combinació entre les alteracions del tacte superficial i de la propiocepció influirien en la realització de les AVD o en el rol social que aquestes impliquen (234). Davant d'això, esdevindria important incorporar, de forma habitual, la seva avaluació a través d'escales o tests validats i fiables des de la fase aguda i al llarg de tot el seu procés per proposar, posteriorment, exercicis terapèutics per la seva millora i per influir favorablement en els resultats motors (215,234).

L'associació que s'ha evidenciat en la literatura de forma més clara és l'existent entre el nivell de gravetat inicial menys sever del pacient en relació al dèficit motor (p.ex. el to muscular i, principalment, la força muscular que inclouria el rang de moviment i la capacitat de contracció isomètrica) o bé, en relació a la funcionalitat i les possibilitats d'aconseguir un millor pronòstic de recuperació de l'ES (entenen recuperació de la funció i de l'activitat), essent la mesura clínica basal una variable predictiva de la recuperació de l'ES post-ictus (217,232,235). L'associació entre recuperació funcional de l'ES i nivell inicial de parèsia ja va ser apuntada per Jorgensen en el conegut i important estudi amb ictus aguts *The Copenhagen Stroke Study* (236) en la dècada dels 90. En la revisió actual de Chen *et al.* (217) s'especifica que aquesta mesura hauria de realitzar-se en els primers 3 mesos (fase aguda o subaguda de l'ictus) ja que mesures posteriors no tindrien el mateix valor predictiu. En concret, Lang *et al.* (92) detallen que l'avaluació realitzada en els primers dies aporta únicament informació sobre l'estat inicial en aquell moment, mentre que si aquesta es realitza a les 3 setmanes de l'ictus, aleshores permet també predir el

pronòstic sobre la recuperació de la funcionalitat, essent la parèsia present en els diferents segments de l'ES, no de forma aïllada. A nivell neurofisiològic, la mesura de presència de potencials evocats motors i somatosensorials és també fortament indicadora de millor pronòstic per la recuperació de l'ES (217,232,234). De la mateixa manera, Mirbagheri i Rymer (237), en el seu estudi de recerca sobre les variables predictives de la recuperació motora al llarg d'un any, destaquen l'avaluació del rang de moviment i de la contracció isomètrica màxima a nivell de colze realitzada en el primer mes. Així doncs, les mesures inicials del comportament motor voluntari i de la integritat neural permetrien predir la recuperació funcional i global de l'ES en pacients amb ictus (217,232,237).

Per aquesta raó, es necessiten més i millors instruments de mesura clínica que incloguin la funció sensomotora però també els nivell d'activitat i participació per tal d'establir relacions de causa-efecte entre els predictors i els resultats del moviment voluntari de l'ES en situacions reals així com per la presa de decisions (92,217).

Tot i que els **resultats obtinguts amb els instruments d'avaluació** per les diferents variables no han presentat significació estadística, possiblement en part per la petita mida mostral reclutada durant 10 mesos, es podria considerar que de l'estudi pilot sí que s'han obtinguts resultats amb rellevància clínica. L'aplicació del protocol neurocognitiu ha estat viable i a més, ha mostrat millores considerables en la capacitat funcional de l'ES, i de forma més evident, a nivell de la mà. En concret, aquestes millores han assolit o superat el canvi mínim detectable, considerat l'indicador de canvis a nivell clínic, en tots els pacients del GE en relació a la mà i en dos, en el GC. Pel què fa al braç, hi hagut 2 pacients del GE i 1 del GC que han mostrat resultats suficients per manifestar canvis clínics (Taula 3). D'aquesta manera, s'evidencia que els canvis comentats a nivell descriptiu han tingut una repercussió clínica, sobretot, en els participants del GE i, de forma clara per la funció manual, tal i com també indica el percentatge de la Md de punts de canvis pre i post intervenció (A4-A1) respecte al valor total de cada subescala (braç o mà) a cada grup.

A continuació es discuteixen els resultats de l'estudi pilot en funció dels instruments d'avaluació utilitzats:

#### ***Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES):***

La MESUPES (116,203) representa l'instrument d'avaluació a partir del qual s'ha organitzat el protocol per l'elecció del nivell de dificultat motora de l'exercici terapèutic (passiu o grau 1, actiu-assistit o grau 2 i actiu o grau 3). Això és degut perquè és l'escala de mesura utilitzada més completa i que avalua la variable principal de l'estudi, la qualitat del

moviment, relacionant-la amb la realització d'una sèrie de tasques funcionals. A més, l'altre instrument utilitzat per la mesura de la funció motora, el test *Motricity Index* no és considerat un test útil per la planificació de l'actuació fisioterapèutica en funció dels seus resultats ja que únicament aporta dades quantitatives sobre la força muscular, sense considerar d'altres variables com, per exemple, les alteracions del to muscular (205).

D'aquesta manera, s'ha pogut determinar l'estat individual de cada participant en els diferents moments d'avaluació, establint des de l'avaluació basal o A1 un tractament adequat individualitzat. Els resultats dels dos grups suggereixen l'ús de la MESUPES per una estratificació inicial de la mostra per dur a terme en futurs estudis que disposin d'una mida mostral superior a l'actual. En relació a això i degut a la petita mida mostral, en el present estudi pilot s'ha pogut només realitzar, tal i com s'exposa en l'apartat de resultats, una interpretació dels resultats obtinguts considerant aquells participants que partien de valors més o menys alts.

Els resultats obtinguts de la MESUPES, globalment en les seves dues dimensions, mostren que tots dos grups han evolucionat i presentat canvis favorables, cosa que indicaria que, més enllà del factor de la recuperació espontània present per igual en tots dos grups i amb independència del tipus d'intervenció, la realització de mobilitzacions articulars i del treball amb informacions tàctils seria sempre beneficiós i, per tant, aconsellable per la millora dels moviments funcionals de l'ES en pacients amb ictus en fase subaguda. De fet, en les GPC (77,82) es destaca la importància i la necessitat de la mobilització precoç del pacient amb ictus, sobretot en els primers 3 mesos, període en el qual s'ha pogut desenvolupar aquest estudi pilot. D'altra banda, però, caldria tenir present que l'evidència sobre l'efectivitat de les mobilitzacions passives pel rang articular i l'espasticitat així com el seu mecanisme d'actuació no és clara, tal i com ho suggereix una revisió Cochrane de finals del 2013 (110). En relació a la funció, s'han realitzat alguns estudis, tot i que amb poca mostra i sense GC, que exploren l'efecte de les mobilitzacions i de l'estimulació tàctil en pacients subaguts i crònics, mostrant que, en ambdós casos, aquesta teràpia podria ser efectiva (238,239). Limitant, però, l'actuació terapèutica a la intervenció tradicional és possible que s'expliquin els resultats obtinguts en el present estudi en els quals, si s'observen els valors dels diferents participants d'una forma més acurada (Taula 3 i 4; Gràfica 2 i 5), es detecta que els canvis més favorables es produeixen en el GE i, per tant, amb el tractament neurocognitiu. Aquestes millores s'observen a tots els nivells de l'ES treballats i avaluats (espatlla, colze, canell i dits), podent ser considerades clínicament

rellevants ja que tots els participants del GE igualen o superen el canvi mínim detectable global.

En concret, és a nivell distal a on s'han produït els canvis més evidents per ambdós grups, essent l'evolució clínica comparativa entre grups al llarg de l'estudi superior en el grup neurocognitiu sigui pel braç com per la mà amb valors de canvi més alts (Gràfica 3 i 6).

Aquest comportament seria lògic amb la importància que, des dels inicis dels anys 70, Carlo Perfetti va donar a l'estudi i treball de la mà seguint una concepció rehabilitadora de "Dalt-baix" (des de cortical, amb l'activació cognitiva). Perfetti considera la mà com una superfície receptora d'informacions (principi bàsic de la teoria Neurocognitiva) amb unes particularitats com són la major capacitat de fragmentació i la màxima concentració de receptors cutanis que la porten a ser anomenada com a "òrgan del tacte". Tot i així, l'interès de la fisioteràpia neurocognitiva no s'ha reduït a la mà sinó a tota l'ES, considerant la mà com un element imprescindible per a la interacció amb l'objecte i la seva presa dins de l'acció a on l'estat i el moviment de la resta de segments de l'extremitat també s'hi engloben i hi adquireixen el seu significat (179,180).

Els valors de la MESUPES-braç, malgrat no ser estadísticament significatius, mostren una tendència a la millora superior en el grup neurocognitiu durant tot l'estudi, tot i que en major mesura en el període de tractament (A1-A3), a diferència del GC en què mostra els seus principals canvis, inferiors al GE, en les primeres 5 setmanes (A1-A2) (Gràfica 3). Remarcar que dels participants amb valors més alts (P.1, P.5, P.6 i P.8), P.1, del GC i amb el valor més alt d'inici, ha estat qui ha obtingut menys punts de canvi, no arribant als 40 màxims, a diferència del què ha succeït en els P.5 i P.6 del GE que, al contrari, han vist frenada la seva evolució abans de la finalització de l'estudi per haver assolit precoçment valors màxims. El P.8, amb els valors més inferiors inicials dels 4 participants esmentats, ha obtingut una millora considerable però sense arribar al màxim en A4. Sempre tenint present que ens referim a la mostra de l'estudi i, en concret, destacant els participants amb valors més baixos a MESUPES-braç, es podria dir que l'associació entre el nivell inicial i el pronòstic de recuperació existeix pels segments proximals.

Si prenem en consideració els mateixos quatre participants amb valors més alts inicials a nivell proximal (P.1, P.5, P.6 i P.8), tots, exceptuant el P.6, han presentat punts de canvi pre-post intervenció importants a nivell distal (12, 10 i 9 punts, respectivament). D'altra banda, dels quatre participants amb valors inicials més baixos en la MESUPES-braç, P.2



empitjora i P.3 no millora en la MESUPES-mà mentre que P.7 presenta un notable augment de 4 punts i P.4 un important canvi de 10 punts, cosa que podria indicar que aquests pacients també poden millorar considerablement, presentant majors possibilitats de canvis d'altres participants.

Aquesta millora dels moviments distals en ambdós grups no seria d'esperar segons la percepció clàssica existent sobre la major gravetat en la parèsia dels segments distals i dels moviments de presa en comparació a la dels segments i moviments proximals, amb les conseqüents majors dificultats per la recuperació de la mà, seguint l'associació evidenciada entre el nivell de severitat inicial i el pronòstic de recuperació. Aquesta concepció és coherent des de la visió més quantitativa i executora del moviment que contempla l'hemiparèsia provocada per l'ictus com el resultat de la lesió del sistema corticoespinal (M1, altres àrees motores corticals i el tracte corticoespinal). Degut a la major arribada d'inputs o eferències que rep la musculatura distal, procedents de la distribució amb gradient de proximal a distal a la columna cervical, en cas d'interrupció per lesió, la major afectació es presentaria en aquesta musculatura (15,240,241). D'altra banda, els coneixements més actuals sobre l'organització motora cortical (220) subratllen que el sistema motor no pot reduir-se al seu marc executor sinó que ha de considerar-se com la interacció de diferents estructures que s'activen simultàniament en diferents àrees i parts del SNC i que es relacionen a través dels circuits parietofrontals.

Aquests coneixements neurofisiològics podrien explicar que recentment s'hagi vist qüestionada la premissa sobre la major afectació distal i la dificultat de la seva recuperació. Lang *et al.*, en un estudi del 2005 en pacients amb ictus agut i, a diferència d'allò que s'hi esperava trobar, indiquen que no hi ha una diferència clara entre la realització dels moviments d'arribada (*reaching*) des dels segments proximals (espatlla i colze) en comparació amb els moviments d'agafar (*grasping*) distals (242). En concret, es van trobar que a nivell proximal hi havia més afectació en la precisió (*accuracy*) del moviment, mentre que distalment es presentava més alteració en l'eficiència (entesa com a capacitat per coordinar i dirigir el moviment correctament cap a l'objectiu, sense trajectòries anòmales). Posteriorment, Lang amplia el seu estudi en ictus des de la fase aguda fins a l'any (243) per tal d'avaluar l'evolució de la recuperació d'aquests mateixos moviments en el temps. Lang *et al.* observen que la major part de la recuperació té lloc durant els 3 primers mesos i que, a diferència d'allò que succeïa en la fase aguda, en fases cròniques sí que es presentaven resultats més favorables de recuperació del control proximal del

moviment. Els autors conclouen que aquesta millora s'explicaria per l'activació compensatòria d'altres vies que apareix en el temps i, per tant, no pels dèficits de la lesió en sí, cosa demostrada en la fase aguda, a on els subjectes no haurien après encara mecanismes compensatoris. Posteriorment, Lang i Beebe (244) especifiquen que l'alteració del control del moviment de la mà observada en pacients crònics no és causada únicament per la seva pròpia afectació sinó que la funció de la mà depèn també de la capacitat de control de la resta de segments de l'ES, globalitat destacada anteriorment per Perfetti. En més estudis del 2008 (245) i 2009 (246), Lang i Beebe reafirmen les seves anteriors troballes sobre la falta d'evidència d'un gradient proximal-distal en la funció motora i sobre el fet que l'afectació distal depèn alhora de l'habilitat de moviment d'altres segments de l'ES, fins i tot, en fase aguda. A més, concreten que el rang de moviment actiu de l'espatlla mesurat en el primer mes és un bon element predictiu de la funció manual als 3 mesos.

En relació al nostre estudi pilot, subratllar que un altre factor que podria explicar aquest major grau de recuperació de la mà en ambdós grups seria la gran importància que s'ha donat al tractament de la funció manual, considerant les possibilitats favorables de recuperació, dedicant la meitat del temps de la sessió d'aquest protocol pel treball dels segments distals a través de la proposta d'exercicis amb informacions cinestèsiques i, també, de caire tàctil, degut al rol que aquestes tenen per la funció manual amb la interacció amb els objectes (93–95).

Els valors de la MESUPES-mà, malgrat no ser estadísticament significatius, mostren una tendència a la millora superior en el grup neurocognitiu durant tot l'estudi. A més, cal destacar que l'evolució funcional de la mà ha estat diferent en els dos grups. En el període de les primeres 5 setmanes, el GE ha presentat canvis més alts que el GC, cosa que fa aparèixer la millora de la funció manual més tardanament en el GC. En el període A2-A3, el GE ha continuat evolucionant amb la mateixa intensitat, per després, en el període post-tractament tendir a estabilitzar-se tot i seguir millorant. Pel què fa al GC, presenta els principals canvis en el període A2-A3, de manera que la millora de la mà s'ha allargat també fins a les 10 setmanes, moment a partir del qual no presenta més canvis, a diferència del GE que ha seguit millorant en el mateix període A3-A4 (Gràfica 6).

Aquesta evolució dels dos grups a nivell de la mà justificaria i seria coherent amb la destacada importància d'iniciar la intervenció terapèutica en aquests pacients el més aviat

possible (77,82,88), mantenint-la com a mínim 20 setmanes, temps aplicat en l'estudi pilot. L'inici precoç de la rehabilitació també permetria dirigir els esforços del tractament i, per tant, la interpretació de les modificacions de l'estat del pacient cap al dèficit en sí causats per la lesió evitant, en gran mesura, la influència dels mecanismes compensatoris neurals i de comportament que apareixen posteriorment (p.ex. les irradiacions anormals) i que són, justament, aquells elements que dificulten o impedeixen la qualitat del moviment (69,120,243).

Existeix poca evidència de l'efectivitat de la rehabilitació del pacient amb ictus posteriorment als 3 mesos, ja que habitualment els tractaments i els estudis realitzats no s'allarguen més enllà d'aquest període (237,238,247,248). En l'estudi pilot, el període A3-A4 coincidiria amb els temps d'evolució posterior als 3 mesos, període en el qual s'ha produït una estabilització general de la funcionalitat de l'ES en el GC mentre que en el GE, malgrat el cessament del tractament, encara es presenten millores en tots els segments. Aquests canvis favorables serien indicadors que amb l'aplicació de les premisses neurocognitives es podrien continuar obtenint millores en la recuperació funcional de l'ES si s'allargués el temps de la intervenció terapèutica o, si més no, aquestes s'han observat més enllà dels 3 mesos, fins i tot, un cop el tractament s'ha finalitzat. Aquest últim aspecte es podria relacionar amb l'aprenentatge d'estratègies, per part del pacient, a través de les tasques de discriminació durant les sessions i amb la seva posterior transferència en el seu dia a dia. A més, recordar que el factor considerat més important per l'aprenentatge motor és la quantitat de pràctica (52), però no significa que aquesta s'hagi d'acumular en un període curt de temps perquè també s'ha vist que un excés de precocitat i d'intensitat pot perjudicar la recuperació ja que promou la plasticitat de l'hemisferi contralateral i pot fer augmentar l'extensió de la lesió a nivell perilesional. També és important diferenciar que no sempre l'estabilització o estancament de l'estat del pacient és indicativa de la seva limitació en la capacitat de millora sinó que és possible que la falta de modificació dels exercicis terapèutics o de les seves modalitats en relació a aspectes tals com la intensitat o la introducció d'elements nous, entre d'altres, porti a l'adaptació per part del pacient i, com a conseqüència, a observar un estancament en la seva evolució (72). L'adequació constant de les tasques de discriminació a l'estat de cada participant al llarg de l'estudi assegura, en la mesura del possible, que s'hagi evitat aquesta adaptació. Els coneixements sobre la neuroplasticitat destaquen la importància d'introduir novetats i d'incrementar progressivament la complexitat de l'exercici fomentant així l'aprenentatge (52,70,138).

Tal i com s'ha exposat prèviament, amb la introducció de mobilitzacions i estimulació tàctil en ictus crònics, després d'un temps de no realitzar teràpia, enlloc d'estancament van observar-se millores en el dèficit i activitat motora més enllà dels 12 mesos (238). De tota manera, en el cas de l'estudi pilot que hem dut a terme, els nostres pacients presenten més marge ja que estan en una fase subaguda. En concret, amb la limitació logística del temps de seguiment i amb diferències significatives en la comparativa inicial entre els grups en relació a l'estat de la mà malgrat l'aleatorització, en el nostre estudi pilot es presenten les mateixes associacions detectades en els estudis exposats sobre els criteris predictius. Els pacients amb severitat inicial lleu o moderada, amb menys marge de millora, han presentat uns majors resultats funcionals, alhora assolits, també, més ràpidament que en aquells pacients amb estat inicial més greu, tot i el fet evidenciat que aquests pacients també tenen possibilitats de millora en el temps (236,237). De fet, la comparativa dels punts de canvi entre els grups no ha mostrat diferències estadísticament significatives segons si el participant pertanyia en el GC o en el GE, malgrat que els valors de la mà en A1 sí que presentaven diferències (Taula 4).

A més a més, aquests coneixements sobre la possibilitat de millora en el temps (72,238) així com els resultats obtinguts en l'estudi qüestionen l'estesa premissa sobre la limitació de la capacitat d'evolució del pacient i reorienten el punt d'atenció cap a una millor intervenció fisioterapèutica. Cal conèixer el nostre pacient i adequar la tasca en tot moment a les seves capacitats. Pel que fa a l'elecció de la dificultat motora, a través de MESUPES, un nivell massa elevat o, al contrari, inferior a les seves possibilitats condicionaria la seva recuperació funcional. En la fisioteràpia neurocognitiva, a través de la proposta de la jerarquia de tasques de discriminació sensitiva (94,95), tant passives com actives a nivell motor, s'aposta per l'abordatge terapèutic de la recuperació, de manera que allò que interessa és fomentar la reaparició del comportament motor previ, relacionat amb l'activació d'àrees, sobretot, ipsilesionals, a diferència de la compensació que es basa en fer aparèixer nous comportaments diferents als d'abans de la lesió, amb major probabilitat d'activació d'àrees contralaterals a l'extremitat afectada (52,69,75,121).

En l'article de Lang *et al.* citat anteriorment (243) on realitzaven un estudi al llarg d'1 any, es destacava que els principals canvis tant a nivell proximal com distal es produïen en els 3 primers mesos després de l'ictus, però cal tenir present que no s'hi realitzava cap intervenció terapèutica. D'altra banda, Mirbagheri i Rymer (237), en la seva recerca sobre les variables predictives de la recuperació motora al llarg d'un any, varen observar 2

patrons de recuperació: el primer o classe 1, obtingut en pacients amb valors inicials baixos i el segon o classe 2, amb valors inicials alts mesurats amb la *Fugl-Meyer Assessment*, escala funcional amb similituds amb la MESUPES. El patró de classe 1 seguia una trajectòria curvilínia, iniciant dels valors baixos per incrementar al llarg del temps per, posteriorment, establitzar-se, mentre que en el patró de classe 2, partint de valors alts, es mantenien estables o evolucionaven lleugerament. Una diferència respecte als altres estudis que limiten les millores a les 10, màxim 20 setmanes, és que en aquest estudi es presenta el patró de classe 1 amb millores fins als 8-9 mesos. Els mateixos autors justifiquen, en part, aquesta diferència en la necessitat de seguir fent avaluacions periòdiques al llarg del temps, almenys durant 1 any. Una altra diferència de l'estudi de Mirbagheri i Rymer respecte a la literatura recau en què els resultats més significatius es produïen en els pacients amb més afectació inicial (classe 1), indicant que aquests pacients presenten majors possibilitats de canvi al llarg del temps en comparació amb els pacients amb afectacions més lleus, fet també aplicable en el cas dels participants del nostre estudi amb valors inicials més baixos. També en *The Copenhagen Stroke Study* (236) ja s'hi subratllava que, fins i tot, en els pacients amb afectacions més severes s'hi haurien d'esperar millores considerables (tot i que en aquest estudi, no allargaven les millores més enllà dels 5 mesos).

### ***Motricity Index (MI):***

Els resultats respecte al guany de força muscular (o reclutament d'unitats motores) en els dos grups han estat similars, sigui comparant la mediana dels punts de canvi pre i post intervenció així com els punts de canvi dels diferents participants d'un grup respecte a l'altre (Gràfica 8), sigui en el comportament seguit per la funció motora en les diferents avaluacions (Gràfica 9). En cap comparació entre grups ni en l'anàlisi de l'evolució a cada grup s'obté significació estadística possiblement per la petita mida mostral. En el primer cas, és indicador que en tot moment i des de l'inici, els grups podrien ser considerats iguals i, en el segon cas, no s'evidencien millores estadístiques però no exclou que existeixi una tendència d'evolució clínica destacable, principalment, en el període A1-A2 a comentar a continuació.

La força muscular es guanya, principalment i de forma evident, en les primeres 5 setmanes de tractament per tots els grups (Gràfica 9), per després millorar de forma més moderada en el període A2-A3 i frenar-se del tot en el GC o bé, presentar petits canvis positius en el

GE durant el període posterior en què no es porta a terme tractament. Tot i l'evolució similar, els punts de canvi han estat més alts en el GE, de manera que els canvis es produeixen més lentament en el GC. No s'han trobat estudis que avaluin, concretament, la temporalització del guany de força muscular per poder afirmar o descartar que els nostres resultats coincideixen amb allò existent en el pacient amb ictus. Una revisió sistemàtica sobre els efectes de diferents intervencions per l'entrenament de la força muscular en pacients amb ictus simplement conclou que s'observen només lleus millores i que s'hauria d'intervenir, principalment, en ictus de menys de 6 mesos d'evolució (249). D'altra banda, en un estudi en pacients aguts i subaguts (250) es corroboren els resultats trobats anteriorment també en ictus crònics (251), en què després de l'estimulació perifèrica dels nervis medià i cubital durant 2 hores apareixen immediatament millores en la força de la pinça de la mà parètica, sense que després s'hagi realitzat un seguiment sobre la durada d'aquest efecte en el temps.

Tot i així, en relació als resultats del nostre estudi, cal destacar la relació entre el moment en què el participant presenta el seu major augment en la força muscular de l'ES parètica i el seu nivell d'afectació inicial (Gràfica 10). En concret, en els pacients considerats amb valors més alts inicials (P.5 i P.6) o aquells amb valors més intermedis (P.1, P.4, P.7 i P.8), tots presenten la seva màxima millora de la força muscular en les primeres 5 setmanes, mentre que els pacients amb valors inicials més baixos (P.2 i P.3) tarden més a presentar els seus canvis, indicant, en aquest cas, la importància de l'estat inicial per determinar l'evolució temporal del guany de la mateixa força muscular (236). D'altra banda, s'observa com l'evolució, en els dos grups, de la força muscular en les primeres 5 setmanes no es correspon temporalment amb l'observada amb la MESUPES sobre la funcionalitat de l'ES, per cap dels dos grups. En concret, l'increment dels valors a MESUPES en el GE s'allarga durant tot l'estudi, i sobretot, durant les primeres 10 setmanes, tant per braç com per mà. En el cas del GC, i en especial a nivell de la mà, el màxim increment té lloc en el període A2-A3, finalitzant-se a les 10 setmanes (Gràfica 3 i 6).

Tal i com s'ha exposat prèviament, el nivell d'afectació inicial de la funció motora s'ha vist que permetria predir una possible recuperació, en relació a la pròpia força muscular i a la funcionalitat. En relació a la nostra mostra, els pacients amb valors inicials més baixos (P.2 i P.3), un d'ells sí que mostra una evolució negativa en la parèsia, però l'altre evoluciona positivament (16 punts de canvi), millores molt similars a les obtingudes en la resta de pacients, amb valors més moderats o més alts. De fet, un participant amb els valors

inicials de força muscular més alts (P.6) ha presentat un canvi reduït en la mateixa força muscular de 4 punts, malgrat tenir possibilitats de més millora. Els punts de canvi dels participants amb valors més intermedis oscil·len entre els 16 i 21. Aquestes dades no permetrien afirmar que s'hagi produït, en els participants del nostre estudi, l'associació esperada entre el nivell inicial de força i el grau de recuperació de la força muscular, essent evident que una major mostra permetria reforçar o negar aquesta afirmació.

En canvi, en relació a la funcionalitat, sí que es podrien relacionar més els mateixos resultats inicials de força muscular amb la predicció del grau de recuperació funcional i, per tant, amb els punts de canvi obtinguts en la MESUPES-braç i MESUPES-mà (Taula 3 i 4), observant l'associació entre valors inicials lleus de dèficit de força muscular amb pronòstic de millor recuperació funcional de l'ES. En concret, els P.2 i P.3 presenten un empitjorament o bé, una millora de 4 punts, respectivament, representant 2 dels 5 participants que no assoleixen el canvi mínim detectable en la dimensió braç (valor esperat mínim de 6 punts), tot i que la interpretació dels casos seria diversa. Mentre que en aquests dos participants es produiria l'associació comentada (parèsia important, menys millora en la funcionalitat), a l'altre extrem hi hauria els dos participants amb valors més alts (P.5 i P.6) en el test *Motricity Index* que no assoleixen tampoc el canvi mínim detectable en la MESUPES-braç obtenint 4 i 5 punts de canvi, respectivament, perquè en A3 ja havien assolit el valor màxim de 40 punts de l'escala, de manera que també complirien amb l'associació, esgotant el seu marge de millora al final de les 10 setmanes de tractament. El restant (P.1), amb valors bastant alts, és l'únic que no segueix el criteri i del qual se n'hauria esperat una millora superior a la presentada (2 punts), però, per contra, cal subratllar que presentava valors alts des d'A1 en la mateixa MESUPES-braç quedant en A4 a 1 punt del valor màxim. Els altres participants (P.4, P.7 i P.8), amb graus intermedis de gravetat, sí que seguirien l'associació esperada, presentant canvis clínics rellevants en el braç.

Pel què fa a la mà, els P.2 i P.3, amb valors de força muscular més baixos, presenten un comportament similar al braç, amb un lleu empitjorament o no mostrant canvis, respectivament, al final de l'estudi; destacar que el P.1 ha presentat millores més evidents per la mà que pel braç (12 punts de canvi per la dimensió mà vs 2 per la dimensió braç), cosa que indica que la seva principal afectació era més distal, la qual ha estat capaç de recuperar fins al valor màxim de 18 de la MESUPES-mà. Els P.5 i P.6 han assolit també

els valors màxims de recuperació de la mà i la resta de participants de gravetat inicial més moderada han complert també amb l'associació, presentant canvis clínics rellevants.

En aquest anàlisi, s'hi han detectat, doncs, algunes discrepàncies en relació al guany de força, fins i tot, en aquells participants que complien amb la relació entre els valors inicials de força muscular i la recuperació de la funcionalitat de l'ES mesurada amb la MESUPES. Allò més destacable és la discrepància entre l'evolució temporal del guany de la força muscular en les primeres setmanes i l'evolució més dilatada en el temps de la funcionalitat, malgrat l'evidència clínica de l'associació en el pronòstic de recuperació entre aquestes dues variables en la literatura científica i en els participants de l'estudi. Aquesta manca de relació directa en els temps podria ser esperable considerant que amb el test *Motricity Index* s'obtenen els valors sobre el dèficit motor i, en canvi, es necessitaria més temps perquè la seva millora pugui traduir-se en una millora en la funcionalitat a través de la pràctica (92,239). De fet, Lang *et al.* concreten un retràs d'1-2 setmanes (92). Una altra, i alhora complementària, interpretació d'aquest fet seria que, tot i que la força muscular es guanya a l'inici en tots els segments i que aquesta col·labora en la millora del moviment funcional, la progressió posterior de la funcionalitat s'explicaria més enllà dels aspectes de la funció motora de la força, de manera que els moviments de l'ES dependrien també, en gran part, d'altres paràmetres com són la precisió, la velocitat, la fluïdesa, la coordinació o correlació entre les articulacions, aspectes citats per Cirstea i Levin (69,75,120) o bé, Lang *et al.* (242,243) i en què les informacions i la discriminació somatosensorial hi prenen un rol molt important (51,75,87,94,95). Tots ells són considerats requisits per poder realitzar moviments eficaços i de qualitat, a diferència dels moviments compensatoris que permeten al pacient, a curt termini, realitzar més coses però posant l'èmfasi en el resultat final i no en la manera com es realitzen, amb el risc de mantenir aquestes compensacions a llarg termini.

#### ***Revised Nottingham Sensory Assessment (RNSA):***

La informació somatosensorial influeix en la planificació i anticipació dels moviments així com en la regulació i gestió dels errors, a través de les seves constants connexions amb el còrtex prefrontal, premotor i motor (8,252). De fet, es parla de la integració sensitiva-motora com un procés cerebral en el què té lloc la combinació dinàmica d'informació somatosensorial per donar lloc a una resposta motora intencionada com el caminar, manipular i tocar objectes per les AVD, entre d'altres (6).



En cas d'una lesió, com en l'ictus, es poden presentar alteracions en qualsevol dels elements del CM, inclosos en els processos de caire sensitiu i cognitiu (124). S'ha evidenciat una ràpida reorganització cerebral a M1 i en el còrtex somatosensorial de l'hemisferi contralateral causada per la pèrdua d'inputs motors i sensorials durant la immobilització de l'extremitat superior (136).

Si, a més a més, es té en compte l'associació existent entre les alteracions somatosensorials amb les possibilitats de recuperació funcional (232–234), resulta estranya l'escassetat d'estudis i de protocols de fisioteràpia que incloguin aquestes informacions aferrats com a eines per incidir en el moviment. També cal considerar la necessitat i dificultat per trobar mesures adequades per la funció sensitiva (215). Aquesta mateixa dificultat, juntament amb la del reclutament d'una àmplia i homogènia mostra és la que es destaca en un estudi català del 2013 (253) sobre l'ES, amb el concepte Bobath com a tractament del GC i amb la proposta d'un protocol amb estimulació motora i sensitiva pel GE. Malgrat les citades dificultats, la introducció del treball motor i sensitiu en 21 pacients d'ictus en fase crònica (>6 mesos des de l'ictus) va resultar amb millores superiors en comparació al GC, tot i ser pacients crònics.

Els resultats obtinguts en la pròpia funció sensitiva amb la RNSA a través de l'aplicació del protocol mostren la importància de mantenir el tractament com a mínim 10 setmanes, i si és possible, allargar-lo més en el temps. En concret, s'observa que tant el tacte superficial com la cinestèsia en el GE, tot i el poc marge de millora, s'han anat modificant al llarg d'aquest període de tractament, fins i tot, en el cas del tacte superficial, allargant la tendència a l'increment de les millores a la part final de l'estudi fins a les 20 setmanes (Gràfica 12 i 16). En relació a l'ítem tacte superficial del GC, tots els participants partien d'un estat inicial normal de manera que, considerant l'associació entre alteracions somatosensorials i funcionalitat, els dèficits sensitius tàctils no perjudicarien la seva evolució (Taula 6).

Per contra, la capacitat tàctil en el GE sí que estava alterada des de l'inici, podent condicionar les millores en la funcionalitat. Tot i així, allò que s'observa és que el tacte superficial ha anat millorant, fins i tot, mostrant diferències significatives en els punts de canvi en la comparativa entre grups. L'evolució ha estat, inicialment, lenta modificant-se a l'inici, després mantenint-se fins al final del tractament per continuar millorant en el període post-tractament (A3-A4), moment en el qual els participants havien obtingut els principals canvis en la funcionalitat (Gràfica 12). Aquesta evolució coincideix amb

l'exposada per Carey *et al.* (229), en un estudi amb RNMF en el què, no observant activacions en el sistema somatosensorial d'un pacient amb pèrdua de la sensibilitat tàctil a les 2 setmanes de l'ictus, en canvi, sí que evidencien canvis neuroplàstics amb reactivació de l'àrea sensitiva primària i secundària als 3 mesos, associant aquestes millores a l'experiència i a les activitats que reorganitzen les sinapsis. En el període A3-A4 el participant és capaç de moure's millor i aquesta capacitat per realitzar la funció li permet interactuar més i de forma més eficaç amb els objectes, afavorint així l'arribada de les aferències tàctils (principi neurocognitiu de moviment com a coneixement) (179,180). La retroalimentació aferent o *feedback*, definit com totes les informacions sensorials resultants de l'acció, representa un dels principals factors que incideix en la neuroplasticitat i en l'aprenentatge del moviment (12,51,52,75). Justament el *feedback* ha estat un dels factors d'estudi del protocol neurocognitiu, aplicat pel GE, en el qual s'ha pretès ensenyar al pacient estratègies que li permetessin transferir allò treballat a la sessió terapèutica (jerarquia de tasques de discriminació) en les accions del seu dia a dia (interacció amb els objectes). Aquí s'observa, doncs, el dinamisme i reciprocitat de la integració sensitiva-motora. La tendència a la millora del tacte superficial, en el GE, un cop finalitzat el tractament, podria ser indicadora del factor d'aprenentatge que s'ha volgut subratllar en el protocol neurocognitiu del GE. Altres estudis (216,254) han evidenciat una facilitació en el processament a l'àrea sensitiva primària contralateral dels estímuls sensitius tàctils a través de l'atenció (abordatge "Dalt-baix"). En l'estudi de Bardouille *et al.*, en ambdós grups, experimental i control, existeix la presència de l'estímul tàctil a un dit però únicament en l'experimental es requereix posar l'atenció sobre aquest per detectar-ne un canvi. Malgrat que no és cap tasca motora, en tots dos grups s'observa també l'activació de M1 contralateral, provocada per la discriminació, i de forma més significativa en el grup experimental. En el cas del nostre estudi, la tasca d'aquest grup correspondria també amb la del GE, amb la demanda de l'atenció cap a les sensacions tàctils i amb millores en l'evolució al llarg de les 20 setmanes. A més, per la reorganització i augment de l'activació neural no és necessari únicament l'ús i la repetició sinó la rellevància en l'activitat que el subjecte dona a l'estímul, prestant-hi atenció, respecte a d'altres (8,126).

L'ítem de la localització tàctil ha aportat poca informació degut als valors màxims inicials que han presentats els participants de l'estudi pilot. Els participants del GE que tenien alteració del tacte superficial, en canvi, eren capaços de localitzar-lo, demostrant així que

allò més difícil, en els seus casos, era la discriminació de la intensitat o qualitat de l'estímul tàctil més que no pas identificar-ne la seva localització.

Pel que fa a la cinestèsia, el GC va presentar les mateixes millores que el GE (Taula 8 i Gràfica 15) però, a diferència de l'evolució seguida pel GE, els canvis es van obtenir més inicialment, principalment, fins a les 5 setmanes de tractament (Gràfica 16). Es podria interpretar que els canvis inicials de la cinestèsia en el GC, juntament amb els presentats de la força muscular, tindrien molt pes en la millora de la funcionalitat del braç fins a A2, moment a partir del qual es produeix una frenada en els valors de canvi funcionals proximals. En el GE, els participants han evolucionat favorablement en la funcionalitat de braç i mà, sobretot, al llarg de les 10 setmanes de tractament, període en el qual, a l'inici (A1-A2), la força muscular hauria pres més rellevància per deixar pas a la influència de les millores cinestèsiques fins a les 10 setmanes (A3). Per últim, l'evolució de la mà del GC també va estendre's fins a A3, tot i que millorant menys que el GE. Seguint la mateixa interpretació, el guany de força muscular i de cinestèsia del GC del període A1-A2 influiria en la recuperació observada de la mà en aquest període, però, a diferència del que succeïa al braç, la mà ha continuat millorant, principalment, fins a les 10 setmanes, malgrat que el guany de força i de cinestèsia resulta inferior al del període A1-A2. Una possible hipòtesi d'aquest comportament dispar seria l'existència del tacte com a element diferenciador entre el braç i la mà, la integritat del qual hauria contribuït en el manteniment de l'evolució de la mà en el temps en el GC, temps requerit com a necessari per poder assolir les millores degut a la complexitat de la funció manual (moviment individualitzat i fragmentat dels dits, interacció i manipulació de l'objecte...) en comparació amb els moviments d'arribada (*reaching*) dels segments proximals (179,255). Amb independència del grup d'estudi, la millora de la funcionalitat proximal i distal semblaria associar-se a l'estat inicial de la cinestèsia així com a la major integritat de la funció tàctil.

Globalment, aquests resultats de la RNSA permetrien relacionar la discriminació tàctil i cinestèsica amb la millora de la funcionalitat de l'ES, tal i com mostren, entre d'altres estudis (232–234), també els bons resultats de l'estudi català de De Diego *et al.* (253) amb els tests de discriminació tàctil i de direcció del moviment.

En el present estudi pilot s'han analitzat i interpretat únicament els resultats sobre el tacte superficial, la localització tàctil i la cinestèsia per ser els aspectes treballats (eines de tractament) i així, ser alhora susceptibles de canvi (102).

En definitiva, l'ús de tasques de discriminació sensitiva, també de forma passiva, pot esdevenir important per la recuperació del moviment en pacients afectats d'ictus (94,95,121).

***Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ):***

En l'actualitat existeixen diferents estudis de recerca sobre els efectes de la IM per la recuperació del moviment de l'ES post-ictus (163–166,168), la majoria d'ells mostrant resultats moderadament positius de la seva aplicació malgrat la heterogeneïtat de la metodologia (160,256) i la falta de sistematització en l'avaluació del mateix procés de la imatge (153,209). La nostra intenció ha estat contemplar-ne la seva avaluació i obtenir dades dels participants en relació a la mateixa capacitat d'evocació de la imatge, per fer-ne un successiu ús terapèutic.

Malgrat la manca de significació estadística en els resultats, en part per la reduïda mida mostral, globalment, considerant les dues dimensions de l'escala KVIQ per l'ES, s'han obtingut canvis clínics, els quals han estat més destacats en relació a la capacitat d'imaginar visualment un moviment que en la capacitat cinestèsica o a través de les sensacions del mateix moviment (Taula 9 i 11).

En la subescala visual, ambdós grups han evolucionat positivament, amb una mediana de punts de canvi pre-post intervenció lleugerament més favorable en el GE, però amb major dispersió entre els valors dels seus participants (Gràfica 18). Cal subratllar que els mateixos participants del GE partien de valors en A1 més baixos però no estadísticament significatius en relació als del GC presentant, doncs, més dificultats inicials en la capacitat per imaginar els moviments requerits en l'avaluació. Tot i així, no hi ha aspectes massa diferenciadors entre els dos grups, ja que l'evolució que han presentat ha estat molt similar, presentant canvis fins a A3, moment a partir del qual els dos grups s'estabilitzen (Gràfica 19).

Pel què fa a la subescala cinestèsica, els alts valors en A1 indicaven un bon estat d'aquesta capacitat per imaginar els moviments de l'ES en pràcticament tots els participants. D'altra banda, únicament 2 dels 8 participants, un de cada grup, van presentar una evolució favorable i alhora, caldria tenir present que els 3 participants (P.1, P.3 i P.8) que no van obtenir millores partien de valors màxims, cosa que limitava totalment el seu marge de millora. En relació als altres 3 participants que van evolucionar negativament, aquests sí que presentaven un major marge de millora que no van aprofitar, mostrant el seu

empitjorament justament en el període A3-A4, un cop acabat el període de tractament (Gràfica 23). Una possible explicació a aquest fet seria que, sense fer tractament, es tendeixi a evocar la imatge en la modalitat visual més que en la cinestèsica tot i que la separació entre els aspectes cinestèsics i visuals és més acadèmica que real (62,63,74). D'aquesta manera, tindria lloc la millora de la funcionalitat a través del procés d'anticipació de qualsevol acte motor (14,29) mitjançant la compensació amb la visió en detriment de la cinestèsia fent que valors correctes en A3 puguin empitjorar posteriorment.

Al mateix temps, però, aquests resultats suggeririen que els dèficits motors i sensitius presentats inicialment així com la pròpia limitació de la funcionalitat han afectat, en els nostres participants, la seva capacitat per imaginar el moviment de l'ES (munyó, espatlla, colze i dits), malgrat que l'ictus hagi tingut lloc recentment i que es trobin encara en la fase subaguda (de 15 dies a 3 mesos). En el present estudi pilot, la dimensió visual és la que s'ha mostrat més afectada des de l'inici, mentre que la cinestèsica presenta empitjoraments més tardans. Es podria avançar la hipòtesi que, a diferència de la imatge cinestèsica, la visual s'afecta més precoçment, necessitant, doncs, pocs dies o setmanes per quedar alterada. Per la seva part, considerant els coneixements en neuroplasticitat, l'arribada constant d'informacions patològiques produïdes per l'alteració en el moviment, així com les probables dificultats per recordar, en el temps, les sensacions correctes del moviment de qualitat portarien, posteriorment, a l'afectació de la dimensió cinestèsica i a la compensació amb la dimensió visual. S'ha vist que la recuperació de la memòria del moviment, element imprescindible per nutrir la representació interna de l'acció que té lloc en l'observació de l'acció i en la IM (20,60), es produeix amb la millora i estabilitat de la representació de M1, la qual s'assoliria amb l'entrenament motor o activitat terapèutica guiada (257). A més, les informacions aferents (cinestèsiques, tàctils,...) són emmagatzemades a la MCT i necessiten la repetició constant per mantenir-s'hi i passar, successivament, a la de llarg termini (28,39). D'altra banda, però, l'únic element cognitiu avaluat ha estat la imatge, essent aquesta considerada com un estat dinàmic durant el qual es reactiven internament les representacions d'una determinada acció motora en la MCT sense que realment s'executi l'acció, constituint un element anticipador del CM (63,64). A part de relacionar-se amb la memòria, en la fisioteràpia neurocognitiva les dificultats d'evocació de la imatge cinestèsica es relacionen també amb aquelles relatives al "com es mou", "com reconeix" i "com utilitza l'atenció" (180).

Per tant, una limitació del nostre estudi és la falta d'avaluació d'altres processos cognitius, com la memòria o l'atenció, que participen, conjuntament amb la imatge, en la discriminació de les tasques somatosensorials (94,95,216,254). Ha estat una limitació contemplada i coneguda des dels inicis de l'estudi degut a la inexistència o bé, al fet de no trobar instruments de mesura de diferents processos cognitius en relació a aspectes corporals i al propi moviment. Pel que fa a l'elecció de la KVIQ, en aquesta sí que es relaciona la variable a avaluar amb el moviment del cos. Existeixen poques, tot i que algunes altres escales sobre la imatge motora com la MIQ o la MIQ-R, però la KVIQ demostrava ser, en el moment del disseny de l'estudi, la més idònia per les seves propietats psicomètriques malgrat la necessitat de la seva adaptació a l'avaluació de l'ES i, sobretot, per la seva indicació en pacients amb ictus (67). Cal dir que existia també la versió millorada de la MIQ-R, la MIQ-RS (segona edició) però que no ha estat fins a l'actualitat que aquesta ha demostrat també la seva fiabilitat i validesa en pacients amb ictus, amb les dimensions visual i cinestèsica, essent un possible instrument de mesura d'elecció per futurs estudis (258).

Per últim, els mateixos autors de la KVIQ indiquen (67,209) que els resultats esperats de l'evocació de la imatge dels moviments en l'ES sana haurien de ser superiors als de l'afectada, cosa molt lligada amb la capacitat d'evocació de la imatge en funció del “com es mou”, “com reconeix” i “com utilitza l'atenció”, aspectes sense alteracions en el cantó sa. En relació al nostre estudi, els resultats obtinguts han estat coincidents amb els dels estudis citats ja que aquest comportament s'ha produït per ambdues dimensions (visual i cinestèsica) (Taula 10 i 12), malgrat que estadísticament no s'han evidenciat diferències significatives. Tal i com s'il·lustra en les instruccions de l'escala KVIQ, aquesta s'aplica iniciant pel cantó sa, cosa que permet descartar que els valors inferiors del cantó afectat puguin ser explicats per qualsevol problema de comprensió de les instruccions del terapeuta o de la tasca a realitzar.

D'altra banda, no es pot descriure un comportament clar en l'evocació de la imatge, tant visual com cinestèsica, en el cantó afectat en funció de l'estat funcional del participant (es relaciona amb el “com es mou”) o de l'estat de la funció sensitiva (“com reconeix”). Pel que fa a la nostra mostra, en alguns casos com el P.1, P.2, P.4 o P.8, els seus valors alts o baixos en la subescala visual sí que es correspondrien amb els valors igualment alts o baixos, per exemple, en la MESUPES-braç però en d'altres, com el P.3, el P.5 o el P.6, la relació no seria la mateixa. El mateix succeeix amb la MESUPES-mà així com entre la

subescala d'imatge cinestèsica amb les dues dimensions de MESUPES o bé, amb els valors de la RNSA-cinestèsia i RNSA-tacte superficial.

S'ha referenciat que aspectes com l'edat, la dominància hemisfèrica, l'hemisferi lesionat, l'extensió de la lesió o el temps transcorregut des d'aquesta podrien influir en l'habilitat d'imaginar (63,68). En el nostre estudi, en els resultats sobre les dades demogràfiques i característiques clíniques, tots aquests aspectes han mostrat no ser estadísticament significatius en la comparativa entre grups. Per la seva importància, convé destacar que en relació a l'hemisferi lesionat, hi va haver un únic participant (P.8) amb afectació de l'hemisferi esquerre. Ni pels valors inicials ni per la seva evolució ha presentat un patró molt diferent al de la resta de participants amb lesió a l'hemisferi dret. La presència de *neglect* (personal, peri o extrapersonal) sí que podria afectar l'habilitat per imaginar (153) però ha format part dels criteris d'exclusió. Ni la dominància ni l'extensió de la lesió són variables a comentar ja que són les mateixes o similars en tots els participants. Per últim, el temps transcorregut des de l'ictus es va acotar en un període limitat, essent finalment el mínim de 19 dies (P.1) i el màxim de 90 dies (P.2), ambdós participants del GC. En aquest cas, comparant els seus valors en A1 s'observa com P.1 ha presentat, per totes dues subescales, valors superiors que P.2, essent valors alts, pràcticament màxims, en l'escala. En canvi, P.2, tot i no presentar valors massa baixos, sí que té més marge de millora, assolint també els valors màxims en la capacitat d'imaginar al final de l'estudi. Per tant, malgrat que, inicialment, sí que s'observaria una lleugera diferència en l'anàlisi d'aquests dos casos en funció del temps transcorregut des de l'ictus mostrant que, com més recent, millors valors, d'altra banda, també el participant amb més temps d'evolució des de l'ictus ha tingut la capacitat per assolir els mateixos valors màxims que l'altre participant, no semblant ser, la diferència de temps dins del període subagut, una limitació o condicionant en la mostra de l'estudi.

### 6.2.3. Dades de viabilitat

En la viabilitat d'un estudi experimental són primordials l'efectivitat en el reclutament de la mostra així com les estratègies de retenció adoptades per tal que el participant finalitzi l'estudi (Taula 1) (259).

Normalment, en pacients amb ictus, el **reclutament** és difícil i lent, esdevenint un repte per evitar que comprometi l'execució de l'estudi (259–261). D'aquí que es busquin diferents estratègies per tal de reforçar-lo. Les estratègies de reclutament, en alguns casos,

poden ser de pagament, com publicitat en mitjans de comunicació, o gratuïtes, com en el cas de les visites en el servei mèdic o bé, xerrades en grup, entre d'altres (259–261). En el nostre estudi pilot, degut a les limitades possibilitats tant econòmiques com logístiques, el reclutament s'ha dut a terme seguint el circuit habitual d'atenció clínica a l'ictus, a través del contacte inicial amb el metge rehabilitador del Servei de Rehabilitació i Medicina Física de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Tenint en compte la reduïda mostra obtinguda (9 participants en total) per una patologia altament prevalent com l'ictus en el temps en què el període de reclutament va estar obert (10 mesos), es podria considerar que les estratègies de reclutament no van ser massa efectives en un hospital públic que dona atenció sanitària d'alta complexitat a 800.000 persones, essent hospital de referència per fins a 1.200.000 habitants (262). Tot i així, tal i com indiquen alguns estudis que aporten dades sobre les estratègies de reclutament, la referència del fisioterapeuta o del metge resulta ser la més exitosa (259–261). D'altra banda, el context econòmic i social de l'any 2012, en plena crisi i amb retallades en els serveis públics, no va propiciar que els pacients ingressats en fase aguda romanguessin posteriorment per ser assistits en el mateix hospital i, en canvi, solien ser derivats a centres més propers de la regió, sobretot, en hospitals de dia o en les unitats de subaguts de centres socio-sanitaris. Totes elles responen a actuacions de reordenació dels serveis i utilització de dispositius alternatius que s'enmarquen en les mesures preses en el Pla de salut de Catalunya 2011-2015 per garantir la viabilitat del sistema sanitari (263). Per aquesta raó, en la qual no hi havia possibilitats d'intervenció per part nostra per modificar-la així com per l'esgotament dels recursos humans i materials del propi hospital, afectat per aquest mateix context de crisi, es va decidir no prolongar el període establert de reclutament. Tot i així, es va provar de redirigir a través de diferents reunions per l'establiment de convenis amb d'altres institucions (p.ex. Hospital de Mataró), intents que no van fructificar pel mateix context. Davant d'aquesta situació i considerant que es tracta d'un estudi pilot en què, tal i com indiquen Thanabe *et al.* (198), no es necessita realitzar el càlcul de la mida mostral, es va decidir calcular i analitzar les dades preliminars a futurs estudis amb la mostra obtinguda durant el període inicialment establert. En la majoria dels estudis en què ens vam basar per l'elecció d'aspectes metodològics com els criteris de selecció no s'hi especifica el període de reclutament. Carey *et al.* (228), però, en un dels seus molts estudis, detallen que recluten consecutivament durant 1 any, temps similar als 10 mesos del nostre estudi.



Els criteris de selecció de la població podrien ser considerats aspectes del mateix procés de reclutament (260). En relació als del nostre estudi, considerariem que aquests presenten un equilibri entre ser suficientment amplis per estar oberts a un major reclutament, però d'altra banda, amb uns límits que assegurin una certa homogeneïtat de la mostra. La seva elecció s'ha basat en els criteris més freqüentment utilitzats en estudis relacionats amb el nostre com són els de Carey *et al.* (102,194,196,227,228), els 2 assajos clínics existents en l'ETC en pacients amb ictus (181,182) així com en aquells que apliquen la imatge motora per la millora de la funcionalitat de l'ES (162,166,172). En concret, tots els estudis requereixen que el participant, amb un rang ampli d'edat de 18 a 80 anys aproximadament (172,181), estigui estabilitzat mèdicament i amb presència de debilitat muscular o alteració de la funcionalitat mesurades amb les escales corresponents. Chanubol *et al.* (181) proposen el requisit de ser capaç de mantenir la sedestació, amb o sense recolzament, suficientment com per portar a terme la sessió. A diferència dels estudis de Carey *et al.* (102,194,196,227,228), dirigits a l'aplicació de protocols propis pel tractament i millora de les alteracions somatosensorials, en el nostre estudi pilot la presència d'aquestes no ha estat un criteri d'inclusió imprescindible, ampliant així l'espectre de possibles participants. No s'especifica en tots els estudis, però en el de Liu *et al.* (166) i en tots els de Carey *et al.* (102,194,196,227,228) s'exclouen aquells infarts isquèmics d'origen subcortical o bé, ictus hemorràgics. Liu *et al.* (166) especifiquen que siguin de l'ACM. En tots també s'exclou la presència de co-morbilitats o d'altres patologies així com del *neglect* i alteracions cognitives que afectin greument la comunicació i la comprensió de les instruccions del terapeuta o de l'avaluador o bé, per la firma del consentiment informat.

El consentiment informat per entrar en un estudi de recerca hauria d'incloure 3 condicions (260): a. La comprensió total del subjecte sobre el tema i objectius de l'estudi així com dels seus riscos i beneficis; b. La voluntarietat del subjecte per entrar a formar part de l'estudi, sense cap tipus de coacció; c. La informació completa sobre l'estudi ha estar disponible per tal que el subjecte pugui realitzar el seu procés de presa de decisió. La primera condició implica alhora les dues restants. Tots els participants han entrat i seguit en l'estudi de forma voluntària i han estat continuament informats des d'un bon inici i, en cas de qualsevol dubte, qualsevol membre de l'equip estava disponible per respondre-li. A més, els familiars dels pacients estaven inclosos en el procés per tal de poder estar informats de tot l'estudi. De fet, el verdader consentiment no hauria de ser aquell que es firma a l'inici, sinó que seria considerat com un procés, en el qual, en part, l'alta

adherència a les sessions, de forma implícita, corrobora l'acord constant del participant al llarg de l'estudi (260), com seria en el cas del nostre estudi amb una alta adherència a les sessions i a les avaluacions, com mostren els alts percentatges de retenció.

En l'àmbit operatiu, es va dur a terme l'aleatorització dels participants. A més, es va procedir al cegament de l'avaluador, el qual desconeixia el grup de procedència del participant, fet que implica una menor possibilitat de biaix dels resultats. Tot i així, a nivell de la funció manual s'han observat diferències significatives estadísticament a A1 cosa que implica que els dos grups serien considerats diferents a l'inici, malgrat l'aleatorització. El fet de tenir una mostra petita ha fet que aquestes diferències no es dissipessin.

En relació als percentatges de **retenció**, les dades trobades en la literatura oscil·len entre el 59 i el 92% (259,260). L'èxit de les estratègies de retenció depèn de l'obtenció d'un baix percentatge de desgast i d'una alta adherència a la intervenció terapèutica i a les avaluacions (259). En aquest estudi pilot, un dels participants va abandonar després de l'A2, essent doncs la taxa de retenció del 89%, superant el 85% establert en l'estudi. Pel que fa a l'**adherència a la intervenció**, aquesta ha estat molt alta amb un percentatge d'adherència al tractament del 95,83% i del 100% en les avaluacions, elements bàsics per assegurar la viabilitat de l'estudi. Tot i la poca informació sobre l'efectivitat de les estratègies de retenció en pacients amb ictus, aquelles més implementades i destacades són l'establiment d'una excel·lent comunicació, la consideració de les necessitats dels participants en l'estudi així com la implicació de l'equip d'investigació. En concret, interessa que el professional mantingui una comunicació regular amb el participant i que li aportï una atenció personalitzada (259–261). En el nostre estudi, tant el fisioterapeuta que aplicava el tractament com l'avaluador realitzaven aquesta funció. A més, per tenir en compte les necessitats del participant, es van establir horaris regulars, donats amb antel·lació, que li permetessin planificar-se i assistir fàcilment a la sessió amb disponibilitat del servei de transport d'ambulància. Totes les sessions es van realitzar sempre en el mateix servei de Rehabilitació de l'hospital i aquesta regularitat va permetre establir una familiaritat en el tracte entre el professional i el participant per tal de fer-lo sentir còmode i tranquil. També es destaca el carisma i l'experiència del professional per tal d'establir una bona relació amb els participants (259). L'expertesa de l'investigador principal i la formació extensa i prèvia que van rebre la resta de membres de l'equip asseguraren l'acompliment d'aquest aspecte.

Un altre aspecte, no referenciat en la literatura científica, però que el considerem com un element diferenciador i potent que ha pogut afavorir la retenció i, per tant, podria explicar l'alta adherència en el nostre estudi, és l'adequació individual de la intervenció terapèutica.

En relació al cost i durada de la intervenció per a la viabilitat del protocol, aquests es relacionen amb els aspectes logístics de la mateixa. No es va requerir l'adquisició de cap tipus de material extra que suposés una despesa important. Tot ha estat cobert amb els recursos humans i materials del propi hospital, a part de la dedicació no remunerada de la IP. Els recursos de l'hospital han condicionat la durada del període de reclutament i de les sessions. D'altra banda, en el període establert ha estat possible realitzar la intervenció terapèutica prevista i la finalització de tots els *follow-up* dels participants, aplicant de forma completa, doncs, el protocol creat per l'estudi en tots els casos.

D'aquesta manera, s'han pogut cobrir els objectius clínics i terapèutics de l'estudi a través dels instruments d'avaluació escollits.

### 6.3.PANEL·L D'EXPERTS SOBRE EL PROTOCOL NEUROCOGNITIU

Un cop aplicat el protocol neurocognitiu en l'estudi pilot i havent obtingut els seus resultats sigui en relació als diferents instruments d'avaluació com en la viabilitat del mateix protocol, l'últim objectiu de treball ha consistit en debatre sobre les característiques i aplicació del protocol per consensuar-ne possibles millores. Es va procedir a la consulta de diferents experts en l'àmbit neurocognitiu a través del mètode Delphi. Considerant que l'Exercici terapèutic cognoscitiu no és àmpliament conegut ni extès en la nostra realitat terapèutica, l'obtenció de 12 experts ha estat considerada satisfactòria ja que es suggereix que el número d'experts sigui superior a 10 i inferior a 20 participants (212).

En relació a les seves característiques, el grup demostra posseir suficient formació i expertesa en el tema d'estudi mantenint alhora la seva diversitat, de manera que tots, des de la seva visió, han aportat matisos sigui per la seva experiència personal i professional, sigui per procedència d'estudis (Medicina, Fisioteràpia o Teràpia ocupacional), de regions d'Espanya o de sectors laborals diferents. Tot i així, tots van complir amb els criteris de selecció indicats, essent, dins de la diversitat, una representació homogènia de professionals experts en l'ETC. D'aquesta manera, s'assegura la validesa dels resultats (212).

En el nostre estudi, per arribar al consens en la viabilitat d'un protocol neurocognitiu creat expressament pel present estudi, s'han necessitat 2 rondes. No hagués estat estrany que se n'haguessin hagut de realitzar més ja que el procés finalitza quan s'ha arribat al consens (210,211). Per tant, la consecució ràpida del consens amb només dues rondes és indicadora de l'adequació inicial del protocol sigui a nivell metodològic com amb una coherència i homogeneïtat en l'àmbit dels plantejaments neurocognitius, cosa que ha fet que els experts hagin mostrat poques discrepàncies.

Tot i així, la definició de consens varia entre els estudis en funció dels criteris de consens utilitzats. No n'hi ha uns de preestablerts ja que depèn de cada investigació (210,264). En la nostra, n'hem establert uns de propis i coherents amb les categories Likert de resposta del qüestionari. Aquests criteris pretenien ser estrictes per tal de controlar amb proximitat les opinions dels experts i ser crítics respecte al protocol. L'espai de resposta obert existent per la majoria de les afirmacions ha permès aportar els matisos més qualitatius que en una categorització tipus Likert es perdrien i enriquir, així, les respostes i, en definitiva, el panell d'experts.

### 6.3.1. Primera ronda

En relació als resultats de la R1, i agafant el criteri d'interpretació que abraça més ítems conflictius, s'obté un consens del 60%. No hi ha estudis previs de consens en protocols neurocognitius que permetin comparar aquestes dades. Tot i així, tal i com mostren les gràfiques 27 i 31, la majoria de respostes estan representades en la part alta, mostrant així, el grau global de consens. Del 40% restant (corresponen a 14 ítems), significa que, a cada ítem, algun expert ha mostrat la seva disconformitat avaluant "Indiferent", "En desacord" o "Molt en desacord". Considerant que en 11 d'aquests 14 ítems només un expert ha respost en una d'aquestes 3 categories, es podria dir que, fins i tot, en les afirmacions conflictives, aquesta conflictivitat ha estat molt reduïda i, a més, en algun cas, com en l'ítem 2.1.4, aquesta ha estat fruit de la confusió per no haver entès correctament la pregunta. D'altra banda, els ítems que sí que podrien considerar-se com a més problemàtics (2.1.1, 2.1.3 i 2.2.4), presentant entre 3 i 4 respostes de disconformitat, tenen en comú que tots fan referència a aspectes d'organització temporal del protocol.

En concret, l'**ítem 2.1.1** busca resposta a si les 10 setmanes d'intervenció terapèutica és temps suficient per esperar obtenir millores en el moviment de l'extremitat superior. Les respostes detallades s'aporten en l'annex 16, però en dos dels comentaris realitzats pels experts es proposa allargar el tractament almenys fins a les 14 o 16 setmanes. Malgrat que els experts fonamenten la seva resposta en la seva opinió i experiència clínica, aquesta necessitat d'ampliar el temps de teràpia és coincident amb els resultats que s'han obtingut en l'estudi pilot i a partir dels quals es suggereix realitzar intervencions més llargues, estenent-les més enllà dels 3 mesos. Justament és a partir d'aquest període en què hi ha poca evidència de l'efectivitat de la rehabilitació del pacient amb ictus, ja que habitualment els tractaments i els estudis realitzats no s'allarguen més en el temps (237,238,247,248). En el nostre cas, malgrat partir d'una opinió personal prèvia similar a la del panell d'experts, tal i com també s'especifica en les aportacions de la investigadora principal en el mateix annex, la planificació del protocol no podia basar-se únicament en l'opinió clínica sinó aquesta també havia de ser reforçada per l'evidència científica així com per les possibilitats d'aplicació del mateix en l'àmbit legal, operatiu i econòmic. Davant d'això, diferents estudis demostren la viabilitat i la justificació de possibles modificacions en l'ES en el pacient amb ictus, en totes les fases, a través de l'aplicació d'estratègies cognitives, com la imatge motora, en un període màxim de 10-12 setmanes (160,172). Un estudi, en aquest cas, sobre l'exercici aeròbic però en relació a la mesura de canvis cognitius i motors

en pacients amb ictus és aplicat durant 8 setmanes (200). Davant d'aquesta realitat en estudis de major envergadura que el nostre, es va considerar suficient la temporalització de les 10 setmanes de tractament. A part, s'hi van afegir les 10 setmanes successives amb el *follow-up*, justament per comprovar l'evolució posterior, cosa que permetria l'obtenció de més informació, per més temps, i per tant, sobre els efectes a llarg termini.

D'altra banda, la durada de la intervenció en el temps no ha de considerar-se independent de la freqüència de sessions i de la seva durada en aquest període, ja que definir únicament un número determinat de setmanes o mesos d'intervenció no té sentit sinó es relaciona amb aquests altres paràmetres. En relació al número de sessions establertes (3 setmanals), el panell d'experts hi va mostrar la seva conformitat mentre que, en canvi, sí que van considerar millorable la durada de cada sessió (**ítem 2.1.3**), proposant, alguns experts, temps superiors als 30 minuts. L'elecció del temps de la sessió no va ser una qüestió casual sinó també es va fonamentar amb els estudis citats anteriorment. Cal subratllar que l'espectre entre 3-10 setmanes en els estudis d'IM es podria associar a la freqüència de les sessions i durada d'aquestes. Així doncs, per exemple, en els estudis de Liu *et al.* del 2004 i del 2009 (166,167) es proposa la integració de la IM en el tractament realitzant-ho 5 cops per setmana, durant 3 setmanes amb una durada per sessió de 60 minuts. Si es comptabilitza la dosi, aquesta seria idèntica a la proposada en el nostre estudi però amb una distribució clarament diferent en el temps. En canvi, Page *et al.* (172) proposen 10 setmanes, 3 cops a la setmana i amb una durada de 30 minuts per sessió, idèntic a la nostra proposta. Braun *et al.* (214) realitzen l'estudi en 6 setmanes, fent 5 sessions setmanals de 30 minuts cada una, de manera que, analitzant les dosis d'intervenció, aquestes acaben sent molt similars entre sí, però amb distribucions diferents en el temps. Per tant, la proposta dels experts sobre l'augment del temps de cada sessió podria ser adequada sempre i quan no hi hagués problemes en l'àmbit legal, operatiu i econòmic i, sobretot, si no es procedís a l'increment del temps de la intervenció proposat anteriorment i justificat amb els resultats de l'estudi pilot.

L'últim aspecte conflictiu de la R1 correspon a l'**ítem 2.2.4**, el qual busca l'opinió sobre la distribució dels 30 minuts dins de cada sessió. Els comentaris dels experts indicarien que, almenys aquells que han fet les aportacions qualitatives, no havien entès correctament la intenció de l'ítem ja que les seves respostes es referien a la quantitat de temps (els 30 minuts), aspecte ja preguntat amb anterioritat (ítem 2.1.3) i no a la distribució o repartiment d'aquests per la realització del tractament. Davant d'això, la IP va procedir a

fer els aclariments necessaris per tal que en una R2 es poguessin facilitar les respostes adequades dels experts i valorar realment si és un ítem problemàtic. D'altra banda, en l'ítem 2.1.3 existeix un comentari que fa referència, sense que es demanés, justament a la distribució d'aquests 30 minuts, de manera que s'ha pogut obtenir alguna aportació sobre aquest aspecte en la R1 però a l'espera, per concloure quelcom més definitiu, de les respostes de la R2.

Un dels objectius que té la primera ronda seguint la validació per experts a través del mètode Delphi és el càlcul dels rangs interquartílics (Q3-Q1) de les respostes per valorar-ne el grau de precisió que té el consens. En la nostra R1, 4 ítems han presentat un rang interquartílic de 0, cosa que indica el màxim grau de consens i la inexistència de dispersió en les respostes. Aquest alt consens s'ha produït en ítems que no mostraven problemàtica i que es refereixen a aspectes tant importants per la posada a terme d'un protocol com són la necessitat d'una fase preliminar prèvia a la intervenció; l'acord sobre la realització dels exercicis neurocognitius de forma individualitzada així com amb l'adequació constant del nivell de dificultat d'aquests a les capacitats del pacient, tret diferenciador del nostre protocol; i, per últim, els experts mostren la seva total conformitat amb un aspecte bàsic i fonamental de la teoria Neurocognitiva com és la inclusió en un mateix exercici d'aspectes motors, sensitius i cognitius per tal de treballar i incidir millor en la recuperació del moviment del pacient. Onze ítems han presentat una mínima dispersió amb un rang interquartílic de 0,25 i la majoria d'ítems, d'1, cosa que indica que les respostes han estat molt similars entre sí, amb només alguna diferència. Destacar que dels 3 ítems conflictius, el 2.1.1 presenta un consens alt en les seves respostes amb una dispersió del 0,25; el 2.1.3, del 0,5 i, en canvi, en el 2.2.4, degut segurament a la naturalesa de la resposta per falta de comprensió d'allò que es demanava, el rang interquartílic ha estat superior, mostrant un menor consens de resposta amb un rang màxim de 2.

Subratllar que malgrat que en la discussió dels resultats obtinguts en l'estudi pilot es proposa la possibilitat de canviar algun instrument de mesura, en concret, la KVIQ, pels experts tots han resultat ser instruments útils i vàlids pel protocol, i no han mostrat cap grau de disconformitat per la seva utilització.

Un altre aspecte a contemplar per la millora del protocol neurocognitiu i que ha estat comentat per un expert consistiria en la introducció de més informacions a part de les tàctils i cinestèsiques. La interacció amb l'entorn resulta més complexa que la que aporten

aquestes dues informacions, altrament molt bàsiques i importants, però caldria considerar-ne també d'altres de tipus pressori o ponderal que complementin les aferències per la reorganització de la resposta eferent. En la pràctica clínica de l'abordatge neurocognitiu, aquestes ja hi són incloses en els exercicis de grau 2 i 3 (179,180) però quedaria per avaluar-ne la seva viabilitat i efectivitat en l'àmbit científic. Considerant que el present estudi és el primer amb un protocol de caire neurocognitiu en l'ictus, s'ha pretès destacar aquelles informacions que no estan condicionades per l'estat motor i, per tant, pel grau de l'exercici, i així permetre també una millor comparació en els resultats. El programa de treball de De Diego *et al.* (253) conté aquestes informacions tot i que la seva aplicació és diversa a la manera en com s'aplicaria en un futur estudi seguint les premisses neurocognitives. En el mateix estudi es realitzen activitats funcionals a casa, aspecte també candidat a ser estudiat per una ulterior proposta de protocol.

En les afirmacions sobre la modalitat d'execució, caldria remarcar una possible modificació en relació a l'exclusió de l'apràxia. No és intenció del protocol acotar massa els criteris de selecció ja que en la pràctica clínica vol esdevenir un protocol dirigit a diferents tipologies de patologia i pacient, però d'altra banda, l'expert 5, correctament, incideix en aquest aspecte i per tant, serà considerat degudament per exemple, desenvolupant modalitats d'execució específiques per pacients amb dificultats concretes com en l'apràxia, el *neglect*, l'afàsia,...

Pel què fa a les respostes en format obert sobre els punts forts i dèbils de cada element del factor d'estudi, les aportacions dels experts han resultat molt enriquidores (Annex 16) i estan en la mateixa línia amb les aportacions de la literatura científica tal i com s'indica a continuació:

En relació a l'**ítem 2.5.14**, sobre la proposta del problema:

Punts forts: Es destaca la importància d'escollir el problema que constitueix l'exercici i, sobretot, que aquest sigui l'adequat a les capacitats del pacient per tal d'afavorir la correcta activació cognitiva i d'aquí, facilitar l'aprenentatge (102,184,185,215). Per tant, aquest aspecte es relaciona amb la necessitat de la jerarquia de tasques proposada i assegura que, en la pràctica clínica, es pugui adaptar l'exercici terapèutic a la realitat de cada pacient, fins i tot, amb condicions excloses en aquest estudi pilot. A més, a diferència dels estudis de Chanubol *et al.* (181) i Wongphaet *et al.* (182) realitzats amb l'ETC, l'establiment



d'una jerarquia en les tasques de discriminació esdevé un element primordial i irrenunciable.

Punts dèbils: Hi ha un alt consens en indicar la necessitat d'habilitat o experiència del terapeuta per tal de poder plantejar el problema adequat. Davant d'això, ha resultat molt important la formació prèvia, intensa i controlada que es va dirigir als membres de l'equip investigador que realitzarien la intervenció terapèutica així com el constant control i contacte accessible entre els mateixos i la IP. A més, ressaltar que la IP, experta en l'ETC, va ser qui va realitzar la formació a la resta i qui realitzava les avaluacions i plantejament del tractament a seguir per cada participant (material i mètodes). Certament, el procés de presa de decisions pot diferir segons l'experiència del terapeuta, de manera que s'ha vist que el terapeuta novell, més limitat de coneixements conceptuals i pràctics, utilitza més l'aproximació d'assaig-error quan s'enfronta a un major grau d'incertesa davant del repte de prendre la decisió correcta (265).

L'expert 1 exposa el risc existent sobre que aspectes com l'avorriment o les distraccions durant la sessió... facin disminuir la implicació cognitiva necessària en el pacient, però tant les condicions ambientals plantejades en el protocol com la jerarquia de tasques pretenien evitar o minimitzar aquest risc.

Pel què fa al comentari de l'expert 5 sobre la falta de coneixements científics en relació als canvis estructurals i funcionals provocats per la proposta d'un problema de caire neurocognitiu, els estudis de Van de Winckel *et al.* (94,95) demostren que el processament de la informació somatosensorial, a través de tasques de discriminació sensitiva (problema), justament amb informacions tàctils i propioceptives, activa una àmplia xarxa bilateral parietofrontal, amb o sense participació muscular, en pacients amb ictus i en subjectes sans.

La dificultat per protocolitzar que evidencia l'expert 6 és certa però d'aquí la intenció del nostre estudi de crear un protocol per ser seguit des dels inicis per un terapeuta que no presenti una expertesa prèvia.

En relació a l'ítem **2.5.15** sobre les estratègies cognitives del SNM:

Punts forts: Els experts subratllen l'evidència científica (14,20,220) i la idoneïtat de les estratègies cognitives derivades de l'activació del SNM per ser introduïdes en la pràctica clínica així com mostren el seu acord en les modalitats d'execució d'aquestes proposades en el protocol. Els beneficis que recolzen la seva implementació serien la promoció de l'aprenentatge motor, l'accés al sistema motor treballant aspectes tant motors, sensitius

com cognitius o emocionals i la comprensió de l'exercici o de la situació a través de canals no lingüístics.

Punts dèbils: Els experts destaquen que els pacients, per la pròpia lesió, poden presentar dificultats per activar aquestes estratègies, per exemple, dificultats per imaginar. També s'insisteix en la necessitat de l'habilitat del terapeuta per guiar i corregir la imatge que es fa el pacient, assegurant-se que aquesta inclou els continguts adequats. D'altra banda però, aquesta possible dificultat ja s'havia contemplat en el protocol, en primer lloc, avaluant la mateixa capacitat per imaginar de cada pacient a través de la KVIQ, i en segon lloc, formant el terapeuta per tal que tingui eines de guia i correcció durant la intervenció terapèutica. A més, la modalitat d'execució, considerada clara i completa pels experts, també contempla diferents situacions que permeten actuar al terapeuta de forma diferent en funció del pacient, determinat pels valors obtinguts per la KVIQ en les avaluacions. A nivell de resultats, es va obtenir que tots els participants presentaven capacitats inicials suficients per imaginar, sigui en la dimensió visual com cinestèsica.

En relació al comentari sobre la inversió de temps que pot requerir l'ús d'aquestes estratègies, no únicament la IM, sinó tal i com s'especifica en les aportacions de la IP, també la imitació o l'observació de l'acció, la particularitat del protocol és que aquestes van incloses en el mateix exercici terapèutic, no són un afegit addicional al final del tractament, per tal de realitzar un treball dels aspectes motors, sensitius i cognitius simultàniament.

En relació a l'**ítem 2.5.16** sobre l'activació guiada dels processos cognitius:

Punts forts: Permet adequar la dificultat de l'exercici, afavorir la participació activa del pacient, la seva capacitat de percepció, l'aprenentatge i la correcta reorganització del SNC. Tots ells són aspectes comentats en l'apartat de l'aprenentatge motor i en diferents investigacions en què s'apliquen tasques de discriminació, com són els estudis científics actuals sorgits sobre l'aborgatge neurocognitiu (184,185) o bé, els mateixos de Van de Winckel *et al.* (94,95) o els de Carey *et al.* sobre tasques somatosensorials (102,196). A més, es destaca, entre els diferents processos, la focalització de l'atenció cap a les informacions del cos (cinestèsiques) i de la interacció del cos amb l'objecte, com per exemple, les textures, guiant aquesta atenció cap aquells aspectes també alterats en el pacient. Bardouille *et al.* (216) van evidenciar l'efecte de l'atenció selectiva en la millora del processament de la informació tàctil així com, alhora, un augment de l'activació de

M1, de manera que la facilitació “Dalt-baix” (266) induiria una resposta en el sistema sensoriomotor.

Punts dèbils: Bàsicament els experts fan èmfasi en la necessitat d’habilitat per part del terapeuta per tal d’adequar l’activació cognitiva a les capacitats del pacient. Justament aquesta dificultat ha estat prevista des de l’inici en l’elaboració i posada en pràctica del protocol a través de la formació dels membres de l’equip així com amb la creació de la jerarquia de tasques i definició de diverses modalitats d’execució que permeten donar pautes al terapeuta sobre com procedir en cada situació i pacient. Per últim, la manca de metodologia protocolitzada i la variabilitat en els resultats clínics que destaca l’expert 5 són objectiu d’aquest estudi.

En relació a l’**ítem 2.5.17** sobre l’aprenentatge:

Punts forts: Tots els experts manifesten el seu acord sobre la importància de l’aprenentatge de tipus declaratiu, a través de l’activació dels processos cognitius, per fomentar la recuperació del moviment de qualitat dels pacients amb ictus. Indiquen, també, que les estratègies i plantejament del protocol pel GE faciliten aquest aprenentatge i que, després, a través de la repetició, es busca l’automatització d’allò après (52). Alhora, l’aprenentatge explícit o declaratiu inicial permet indagar en els passos que segueix el pacient per aprendre durant l’exercici, sense optar per l’assaig-error. Tenint en compte que l’assaig-error és l’estratègia adoptada per un terapeuta més novell, la indagació dels processos que realitza el pacient aporta informació al terapeuta que li pot facilitar la seva actuació (265).

Punts dèbils: L’aprenentatge declaratiu requereix capacitats lingüístiques mínimes així com la participació activa del pacient. D’altra banda, cal dir que ambdós casos són criteris d’inclusió de l’estudi pilot. Les condicions ambientals així com la jerarquia de tasques pretenen assegurar la participació activa màxima del participant. Certament, en futures propostes caldria incidir més en aspectes que condicionen aquest aprenentatge com són la memòria i l’atenció (39,57,58). Tal i com remarca la IP, com a criteri d’exclusió hi ha el *neglect* que podria ser objecte d’estudi per adaptar el protocol per futures aplicacions. Aquesta limitació havia estat contemplada de bon inici davant la incapacitat per part nostra per trobar instruments de mesura d’aquests altres processos en relació al cos i al moviment, tal i com sí que existeixen en el cas de la IM. D’aquesta manera, des de l’A1 es determinaria el nivell del pacient en aquests dos processos cognitius, cosa que permetria treballar i interpretar millor l’evolució del pacient i el seu aprenentatge.

En relació a l'ítem **2.5.18** sobre el llenguatge del terapeuta com a guia:

Punts forts: El llenguatge o instruccions verbals del terapeuta en la utilització de la IM però també per l'observació i/o imitació de la acció, en els exercicis d'ETC, té un paper molt important (20,63,154). El llenguatge del terapeuta representa la guia (més important a l'inici de l'aprenentatge) per l'activació i correcció dels PC del pacient cap als aspectes interessants per la seva recuperació (63,154) i representa una estratègia de *feedback* extrínsec útil per l'aprenentatge motor (52,154). A més, permet guiar l'atenció del pacient als objectius i estratègies d'aprenentatge per realitzar el moviment (12). També existeix una sèrie d'instruccions verbals estandaritzades en funció del grau de l'exercici, indicades en el mateix protocol.

Existeix consens entre els experts per considerar que la guia, a través del llenguatge, que fa el terapeuta és útil per dirigir o modificar l'activació cognitiva de forma adequada i cap a les informacions adients en cada cas. A més, ensenya al pacient a transferir aquesta ajuda externa cap a la millora del seu llenguatge intern, imprescindible per qualsevol acció. Els experts també consideren que queda clara la diferenciació d'aquest element en funció del grup d'estudi.

Punts dèbils: Degut que les instruccions verbals del terapeuta permeten intervenir de forma important en la reorganització del pacient, l'habilitat del terapeuta esdevé, un altre cop, un element clau a considerar. Tal i com s'ha exposat en els diferents ítems, la formació prèvia ha estat un factor imprescindible i, en el cas concret del llenguatge, es pretenia homogeneïtzar les instruccions verbals inicials (explicació de la tasca) així com les que es donen durant i al final de l'exercici per facilitar la guia i saber respondre adequadament en cada situació. Els pacients amb afàsia global estaven exclosos de l'estudi.

En relació a l'ítem **2.5.19** sobre el *feedback* d'execució i de resultats:

Punts forts: Els experts recolzen l'ús del *feedback* extrínsec per part del terapeuta, el qual esdevé essencial quan l'intrínsec, com a conseqüència de la patologia, està disminuït o alterat. De tota manera, recordar que en pacients adults es recomana proporcionar una retroalimentació extrínseca reduïda, ja que això porta al pacient a estar més atent a la informació intrínseca que es vol recuperar i, per tant, implica un augment de la participació cognitiva (12,52). Els experts destaquen que el *feedback* afavoreix l'aprenentatge motor ja que permet informar al pacient (verbal o manualment), en tot moment, d'allò que està realitzant en relació, sobretot, als aspectes qualitius del moviment així com dels resultats.

A més, permet al terapeuta donar reforç positiu al pacient així com guiar els processos cognitius per a la realització correcta de l'exercici terapèutic.

Punts dèbils: Alguns experts no manifesten cap debilitat. D'altres, refereixen la necessitat de l'habilitat del terapeuta davant la poca protocolarització d'aquest instrument, tot i que la modalitat d'ús del *feedback* va implícita amb cada tasca de discriminació (75,185). També, aquest ha de ser adequat al final de la tasca ja que es requereix un cert tacte per part del terapeuta per evitar la frustració del pacient davant de varis errors. Però justament, si succeeix això, també podria considerar-se que la tasca de discriminació que se li planteja al pacient és excessiva i poc adequada al pacient, cosa que implicaria escollir-ne una altra. Malgrat aquestes apreciacions, en relació a l'aplicació aportada en el protocol sobre el *feedback* i com aplicar-lo, no hi hagut cap objecció.

En relació a l'ítem **2.5.20** sobre l'exercici com a experiència:

Punts forts: Les informacions aferents i les experiències són elements que participen en el control motor (síntesi aferent i *feedback*) (6,11,52). A més, s'ha vist que són responsables de la reorganització del sistema nerviós (107,117). Aquesta reorganització també depèn de la rellevància en l'activitat que el subjecte dóna a l'estímul, prestant-hi atenció, respecte a d'altres (8,126). D'aquí que, tal i com refereixen els experts 1 i 12, el plantejament dels exercicis de caire neurocognitiu amb la integració de continguts sensitius, cognitius i motors així com amb les connexions amb experiències prèvies pugui afavorir la implicació cognitiva per part del pacient i el seu aprenentatge motor. L'expert 1 destaca que l'experiència prelesional pot ser útil a l'hora de realitzar l'anticipació correcta del moviment (com seria, en el cas de l'ús de la IM). A més, subratlla que l'exercici que s'està duent a terme és en sí mateix una nova experiència del moviment a través del *feedback* que reb, potenciant la plasticitat del sistema nerviós per aconseguir un moviment més correcte. La resta d'opinions van en la mateixa línia i es destaca també que queda clara la relació entre experiència i aprenentatge motor en el protocol.

Punts dèbils: La principal preocupació dels experts recau en l'habilitat del terapeuta per tal de guiar el pacient a la cerca de les experiències prèvies, i més, si el pacient presenta alteracions greus en la memòria, cosa que limitaria l'aprenentatge (39). Com s'ha anat exposant, la formació prèvia de l'equip asseguraria l'habilitat del terapeuta i el *Minimal test examination* de Folstein  $\geq 24$  o els valors alts obtinguts en la KVIQ asseguraria que cap pacient amb greus problemes de memòria hagi format part de l'estudi. Tot i així, la

superació de la limitació prèviament exposada sobre els instruments de mesura per altres processos cognitius, com la memòria, permetria afinar millor aquest aspecte.

L'expert 11 realitza una aportació relativa al text del protocol indicant que les informacions aferents enlloc de ser provinents de les superfícies tàctils, millor si s'especifica que provenen de la superfície de la pell, ja que l'aferència es construeix a través del cos i no només de la superfície tàctil. En concret, aquest tros de text del protocol es podria modificar millor contemplant la interacció cos-objecte (informacions provinents del contacte de la superfície de la pell amb la textura) així com afegint la proposta de noves tasques amb informacions somatosensorials.

### 6.3.2. Segona ronda

En la R2 el grau de consens s'ha incrementat passant del 60% de la R1 al 88,57%, indicant que la realització d'una segona ronda ha estat útil per assolir un major consens sobre el protocol. A més, l'alt consens, representat clarament en les gràfiques 32 i 34, es basa en l'aplicació del criteri d'interpretació de conflictivitat més restrictiu, ja que si es consideressin els altres dos criteris esmentats prèviament, el consens seria total. D'aquí, que no s'hagi cregut necessari realitzar cap altra ronda més, finalitzant el panell d'experts amb la R2.

En concret, els 3 ítems conflictius de la R1 ho han continuat sent en la R2 però amb menor mesura, únicament perquè un dels 12 experts ha respost amb un valor de la categorització Likert  $\leq 3$ . Això ja és una clara diferència respecte a la R1 i mostra com els experts, havent rebut la retroalimentació sobre les seves respostes així com les aportacions de la IP, han revalorat i modificat la seva resposta cap a valors més alts.

No es pot interpretar de forma clara, més enllà d'un lleu canvi d'opinió en el temps, el fet que s'hagin produït tres canvis de valors del 5 al 4 en els ítems 2.1.1 i 2.2.4 així com que un expert hagi creat el conflicte en l'ítem 2.5.13. Degut a que són respostes úniques, superades per les respostes favorables de la resta d'experts, aquestes no alteren la interpretació de l'alt grau de consens aconseguit en el protocol.

Allò que sí és més rellevant és que la dispersió en les respostes, observada a través del rang interquartílic (Q3-Q1), s'ha vist reduïda globalment en aquesta R2 en comparació amb la R1, essent el rang màxim d'1 punt. De fet, en els 4 ítems conflictius de la R2, el rang interquartílic ha resultat ser de 0, mostrant la precisió dels valors respecte a la Md, la qual és de 4 ("D'acord"). En la taula 14 s'aporten les dades descriptives per la comparativa

entre els 3 ítems conflictius de les dues rondes per observar que el grau de consens de R2 ha estat superior. I de la mateixa manera, en la figura 17 s'hi mostren les gràfiques de cada ítem per la comparativa dels paràmetres descriptius entre R1 i R2, podent afirmar que el consens resulta superior en la R2 en pràcticament tots els ítems a través de la forma d'embut adoptada per les línies dels quartils.

Els valors de l'escala Likert també han estat completats pels comentaris extres dels experts (Annex 17) tot i que en menor mesura que en la R1. En relació a l'ítem conflictiu 2.1.1 sobre les 10 setmanes de tractament, únicament hi ha un comentari de l'expert 5 el qual recolza la decisió presa en el protocol sobre les 10 setmanes; no existeix cap nova aportació per l'ítem 2.1.3 i, pel què fa al 2.2.4 sobre la distribució dels 30 minuts de cada sessió, existeix un comentari que s'adjuntaria amb l'obtingut en la R1 per un expert que responia a una afirmació erròniament i que, per tant, en la R1 no s'havia analitzat a l'espera del què es comentés en la R2. Tots dos comentaris, procedents dels experts 2 i 8, respectivament, fan referència a la necessitat d'una adequació més personalitzada dels 30 minuts en les diferents parts de l'ES, de manera que no es reparteixi en 15 minuts per articulacions grans i 15 minuts per la mà, sinó que en funció de la fase, si més inicial o més tardana o bé, en funció de l'estat del pacient, aquest repartiment pugui variar. Caldria, doncs, ser capaços d'adequar aquesta variabilitat a l'estandarització que requereix la rigurositat científica, variabilitat que s'havia considerat a través de la flexibilitat que es donava al terapeuta per gestionar el seu temps, dins però de cada franja de 15 minuts establerts pels segments proximals i distals, respectivament. En l'ítem 2.6.2, l'expert 5 fa una aportació interessant sobre el pacient apràxic, tal i com havia expressat també en la R1, referint-se que cal contemplar, en aquests pacients, les seves dificultats en la comprensió del gest durant l'estratègia de l'observació de l'acció.

Pel què fa a les respostes en format obert sobre els punts forts i dèbils de cada aspecte del factor d'estudi (Annex 17), menys experts han aportat de nou la seva opinió i, aquells que ho han fet han respost més esquèticament, arribant a ser alguns comentaris de consens i, alguns d'altres, aportacions noves en relació a allò dit en la R1 i contrastat amb les aportacions de la IP.

En relació a l'ítem **2.5.14** sobre la proposta del problema, l'expert 5 realitza una aportació interessant sobre l'aspecte de les possibles distraccions que podrien alterar la implicació cognitiva necessària per la resolució del problema que exposava l'expert 1 en la R1. En

aquesta R2, l'expert 5 proposa que enlloc de considerar-les com quelcom a evitar, aquestes haurien de convertir-se en uns elements a introduir progressivament a la teràpia ja que obligaria al pacient a seleccionar aquelles informacions útils per l'exercici d'aquelles extrems, no rellevants, provinents de l'ambient. De les respostes dels experts s'observa un major consens, convertint aquells aspectes dèbils de la R1 en aspectes sense importància o, fins i tot, en punts forts del protocol.

No hi hauria res més destacable per futures propostes en el protocol en relació a la resta dels ítems oberts, més enllà del consens expressat pels experts en les seves opinions escrites. En els **ítems 5.2.17 i 5.2.18**, l'expert 5 aporta coneixements interessants, basats en la seva experiència clínica, sobre l'aprenentatge motor dels pacients amb lesions cerebrals del cantó esquerre, però no són comentaris en relació al protocol en sí.

#### **6.4.LIMITACIONS I LÍNIES DE FUTUR**

A part de les limitacions comentades en el disseny de l'estudi sobre la impossibilitat de controlar el factor de recuperació espontània (present per ambdós grups) i la necessitat d'utilitzar instruments d'avaluació no validats en el nostre entorn, d'aquest treball d'investigació se'n desprenen una sèrie de limitacions i línies de futur:

Dels **resultats obtinguts sobre les revisions** no se'n destacaria cap limitació considerant que l'elecció inicial va ser revisar de forma literària, no sistemàtica, els coneixements sobre els temes d'estudi donat el seu caràcter preferentment qualitatiu. Evidentment, la revisió sistemàtica tindria més valor científic però, principalment en el cas de la revisió bibliogràfica 2, l'escassetat d'estudis científics relacionats no ho hauria permès en el moment de la realització del present treball.

Els **resultats de l'estudi pilot** no presenten significació estadística. Tot i així, se n'obtenen unes tendències que permetrien afirmar que el disseny i la seva posada a terme han seguit les línies correctes d'investigació però que, certament, la necessitat d'una mostra superior i la seva possible estratificació inicial en grups més homogenis seria determinant per obtenir millors resultats o, si més no, més evidents i que permetessin concloure a nivell de la població.

Una mostra superior permetria també analitzar interrelacions entre les diferents variables per tal d'avaluar les possibles influències entre sí, sobretot, pel què fa a les mesures de cada dèficit (força muscular, sensibilitat i imatge) en relació a la variable funcionalitat de



l'ES. L'estratificació per nivells facilitaria relacionar l'estat basal amb el final en funció dels factors predictius de recuperació. L'escala MESUPES podria ser considerada un instrument vàlid per realitzar aquesta estratificació. També es podria plantejar recollir més informació sobre el pacient en relació a factors extrínsecs prelesionals considerats neuroprotectors (exercici físic o entorn enriquidor) o bé, postlesionals com l'ús de fàrmacs per estudiar-ne la seva possible influència en la recuperació.

La incapacitat d'accés (raons logístiques i econòmiques) a mesures d'avaluació neurofisiològiques o de neuroimatge també suposa un límit en l'obtenció de resultats més definitius. Per exemple, la mesura de presència de potencials evocats motors i somatosensorials s'ha vist que és fortament indicadora de millor pronòstic per la recuperació de l'ES. També, l'avaluació mitjançant RNMF de les activacions cerebrals, sigui durant la pròpia realització de l'exercici terapèutic o bé, per comparar l'estat del pacient al llarg de l'estudi, esdevindria un element molt potent i de qualitat per ser aplicat en futurs estudis.

En relació a les mesures d'avaluació clínica utilitzades es proposaria, per futurs estudis, la consideració d'altres possibles instruments de mesura similars però millorats com podrien ser l'escala *Medical Research Council* (MRC) per la força muscular o la MIQ-RS per la imatge del moviment. En el primer cas, MRC representa una escala similar al *Motricity Index* però amb valors més informatius, del 0 al 5, a on el 0 indica absència de contracció muscular i el 5, força muscular normal contra resistència completa (267). I en el segon cas, ja comentat, la MIQ-RS ha demostrat també la seva fiabilitat i validesa en pacients amb ictus, amb les dimensions visual i cinestèsica. Tot i així, caldria valorar les possibilitats d'aplicació d'aquesta última per l'avaluació dels moviments de l'ES. La validació dels instruments d'avaluació resulta, alhora, un aspecte clau per la realització de nous estudis, de manera que es podria procedir a la validació de la modificació de la KVIQ utilitzada en aquest estudi. Per últim, caldria afegir l'avaluació d'altres aspectes cognitius com són l'atenció i la memòria en relació al cos i al moviment de l'ES així com una avaluació global basada en la CIF i, de forma qualitativa, avaluar la satisfacció del participant amb l'estudi.

El poc reclutament obtingut planteja la necessitat d'ampliar les vies de reclutament com són les estratègies de pagament (p.ex. publicitat en mitjans de comunicació) o bé, de realitzar estudis multi-cèntrics o finançats (p.ex. projecte europeu) per tal que no suposi un

sobrecost per la institució, evitant l'esgotament dels recursos, el qual pot limitar aspectes com el temps de reclutament, tal i com ha succeït en el nostre estudi. Actualment, la recuperació econòmica que sembla que s'està produint podria ser un desencadenant favorable per aconseguir les dues estratègies proposades per l'ampliació de la mostra.

En el **panell d'experts**, davant la diversitat de definicions de consens i la mateixa inexistència de criteris preestablerts de consens, s'han hagut de decidir uns criteris propis per l'avaluació dels resultats. Aquests criteris s'haurien de mantenir en futurs protocols neurocognitius.

La conflictivitat mostrada pels experts sobre la durada del tractament i seguiment quedaria resolta en futurs estudis similars de fisioteràpia neurocognitiva estenent la intervenció més de 20 setmanes, decisió recolzada pels resultats del GE, sempre i quan factors externs com l'econòmic o la logística d'espais, entre d'altres, ho permetessin.

L'adequació més personalitzada de la repartició dels 30 minuts de cada sessió entre els diferents segments en funció dels nivells basals i de cada successiva avaluació permetria millorar l'organització del temps de tractament en futurs estudis amb mostres superiors.

Es proposa ampliar el protocol neurocognitiu amb l'ús de tasques de discriminació d'altres informacions somatosensorials com les pressòries o ponderals per avaluar-ne la seva viabilitat i efectivitat en l'àmbit científic.

La pràctica d'activitats a domicili, a través d'un treball controlat i protocolitzat, podria resultar quelcom a afegir, més enllà de la part presencial, sigui per augmentar el temps d'intervenció així com per la transferència de l'aprenentatge en el seu dia a dia.

Criteris exclosos en el present estudi com l'apràxia, el *neglect* o problemes d'afàsia, entre d'altres, podrien ser inclosos en futurs protocols adaptant les modalitats d'execució a ictus de diferents territoris i zones, fins i tot diferenciant en funció de l'hemisferi lesionat o de la zona del sistema nerviós afectada (p.ex. cerebel), etiologies (isquèmics vs hemorràgics) així com ampliant el protocol a ictus de fases més cròniques.

Les condicions ambientals poden convertir-se en un element modificable a través de la introducció de factors de distracció més o menys evidents en funció de les capacitats del pacient.

L'experiència o habilitat del terapeuta pot ser limitadora de l'èxit en l'aplicació dels elements neurocognitius del protocol. La realització del protocol pretén aproximar a un terapeuta no-expert en l'ús d'aquest abordatge terapèutic. Tot i així, cal assegurar la formació prèvia també en futurs estudis.

# **CONCLUSIONS**



## 7. CONCLUSIONS

- 1) Les característiques bàsiques de l'homuncle de Penfield (somatotopia i representació única) han estat superades per l'evidència d'una organització més complexa del moviment en la qual funcions cognitives com l'observació, imatge i imitació de l'acció tenen un paper rellevant en l'aprenentatge de patrons motors, en situació normal o patològica.
- 2) En l'ictus, la major part de l'interès terapèutic i científic s'ha dirigit cap als dèficits motors. L'ETC és un enfocament terapèutic neurocognitiu que inclou l'observació i la imatge motora, entre d'altres, com a funcions perceptives i cognitives que generen fluxos d'experiències i d'informació aferent sense activitat motora. Aquestes funcions juntament amb el *feedback* o la repetició s'utilitzen per millorar quantitativa i qualitativament el moviment mitjançant l'activació de patrons neuronals preexistents abans de l'ictus. No obstant això, existeix escassa evidència científica i de qualitat en relació a l'aplicació de la fisioteràpia neurocognitiva en l'ictus.
- 3) Les premisses neurocognitives juntament amb els coneixements de neurociències actuals han estat les fonts per la creació d'un protocol de valoració, tractament i seguiment de l'ES en pacients amb ictus en fase subaguda caracteritzat per l'ús d'una bateria d'escales d'avaluació del nivell d'activitat i de les alteracions motores, sensitives i cognitives per adequar el nivell de dificultat dels exercicis terapèutics a l'estat de cada participant.
- 4) Les variables de gènere, edat, localització o temps de l'ictus de la mostra de l'estudi pilot a on s'aplica el protocol no influeixen significativament en el pronòstic clínic de recuperació de l'ES post-ictus.
- 5) En la mostra estudiada, l'aplicació del protocol neurocognitiu ha estat viable i a més, ha mostrat millores considerades clínicament rellevants en la capacitat funcional de l'ES, de forma més evident en el grup neurocognitiu a tots els nivells i, en concret, a la mà per ambdós grups. Les diferències no han assolit significació estadística en part per la petita mida mostral.

- 6) Els resultats de l'estudi pilot indiquen que el treball de la mà esdevé molt important i d'interès terapèutic ja que en el GE s'assoleixen més canvis funcionals i més precoçment que en el GC. A més, la millora en la funcionalitat dels segments proximals i distals mostra una relació directa amb la mesura clínica basal funcional i de força muscular lleu, tot i observar-se que els nivells basals més greus també presenten millora de la funcionalitat en el temps.
- 7) Tant el tacte superficial com la cinestèsia en el GE s'han anat modificant al llarg de l'estudi. En la nostra mostra, existeix una relació directa entre el millor estat de les informacions somatosensorials i una major recuperació de la funcionalitat proximal i distal de l'ES. En aquests paràmetres (somatosensorials i funcionals) les millores en el període de seguiment A3-A4 del GE es consideren indicadores d'aprenentatge.
- 8) Cal considerar el requeriment de temps més perllongat d'evolució de la mà en l'actuació terapèutica on la millora de les informacions somatosensorials aporta els aspectes qualitius del moviment.
- 9) En relació a l'evocació d'imatges, la dimensió visual és la que s'ha mostrat més afectada des de l'inici, obtenint canvis clínics similars entre els dos grups però no significatius.
- 10) El protocol ha demostrat resultar viable en l'estudi pilot, tal i com evidencien els alts percentatges de retenció i d'adherència a la intervenció.
- 11) Respecte a l'anàlisi pel panell d'experts, s'ha aconseguit un alt grau de consens en les dues rondes realitzades, fet que recolza la viabilitat i idoneïtat del protocol neurocognitiu aplicat en l'estudi pilot per la recuperació del moviment de l'ES post-ictus.
- 12) Les possibilitats de millora del protocol per futurs estudis suggerides pels experts inclouen mantenir i, si és possible, ampliar la durada de la intervenció terapèutica. Es destaca la necessitat de la fase preliminar, la realització individualitzada dels exercicis neurocognitius, l'adequació constant del nivell de dificultat d'aquests a les capacitats del pacient així com la inclusió, en un mateix exercici, d'aspectes motors, sensitius i cognitius amb possibles connexions amb experiències prèvies.

- 13) Els instruments de mesura utilitzats són considerats vàlids però es destaca l'experiència o habilitat del terapeuta com l'aspecte més determinant per la consecució correcta d'un tractament neurocognitiu.
  
- 14) Els resultats del present treball, considerant l'escassetat d'estudis sobre l'abordatge neurocognitiu per la millora de l'ES post-ictus, suggereixen la importància d'incloure, en les sessions de fisioteràpia, les noves aportacions neurocientífiques en l'avaluació i tractament d'aquests pacients. Les seves limitacions inviten a realitzar estudis amb mostres superiors que permetin avaluar l'efectivitat del protocol i ampliar la seva aplicació a tots els pacients amb ictus.





# **BIBLIOGRAFIA**



## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Everett T. Movilidad articular. A: Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p. 89-108.
2. Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nat Rev.* 2010;11(4):264-74.
3. Patton KT, Thibodeau GA. Sistema nervioso central. A: Anatomía y Fisiología. 8ª ed. Barcelona: Elsevier; 2013. p. 376-410.
4. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control: Issues and theories. A: Motor control Translating research into clinical practice. 4ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 3-20.
5. Shumway-Cook A, Woollacott M. Physiology of Motor Control. A: Motor control Translating research into clinical practice. 4ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 42-82.
6. Machado S, Cunha M, Velasques B, Minc D, Teixeira S, Domingues CA, et al. Integración sensitivomotora: conceptos básicos, anomalías relacionadas con trastornos del movimiento y reorganización cortical inducida por el entrenamiento sensitivomotor. *Rev Neurol.* 2010;51(7):427-36.
7. McEwen SE, Huijbregts MPJ, Ryan JD, Polatajko HJ. Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post-stroke: a critical review. *Brain Inj BI.* 2009;23(4):263-77.
8. Sterr A, Conforto AB. Plasticity of adult sensorimotor system in severe brain infarcts: challenges and opportunities. *Neural Plast.* 2012;2012:970136.
9. Georgopoulos AP. Neural aspects of cognitive motor control. *Curr Opin Neurobiol.* 2000;10(2):238-41.
10. Aivar Rodríguez MP. Control motor y cognición motora. A: Redolar D. Neurociencia Cognitiva. Madrid: Médica Panamericana; 2014. p. 351-86.
11. Haas B. Control neural del movimiento humano. A: Trew M, Everett T. Fundamentos del movimiento humano. 5ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p. 75-88.
12. Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sanchez A, Carratala-Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC, et al. Theories and control models and motor learning: clinical applications in neuro-rehabilitation. *Neurol Barc Spain.* 2012.
13. Wolpert DM, Ghahramani Z. Computational principles of movement neuroscience. *Nat Neurosci.* 2000;3 Suppl:1212-7.
14. Rizzolatti G, Sinigaglia C. Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional. Barcelona: Paidós Ibérica; 2006.

15. Sanes JN, Schieber MH. Orderly somatotopy in primary motor cortex: does it exist? *NeuroImage*. 2001;13(6 Pt 1):968-74.
16. Capaday C. The integrated nature of motor cortical function. *Neurosci Rev J Bringing Neurobiol Neurol Psychiatry*. 2004;10(3):207-20.
17. Schott GD. Penfield's homunculus: a note on cerebral cartography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1993;56(4):329-33.
18. Cuadrado ML, Arias JA, Palomar MA, Linares R. [The pyramidal tract: new pathways]. *Rev Neurol*. 2001;32(12):1151-8.
19. Moya-Albiol L, Herrero N, Bernal MC. Bases neuronales de la empatía. *Rev Neurol*. 2010;50(2):89-100.
20. Garrison KA, Winstein CJ, Aziz-Zadeh L. The mirror neuron system: a neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24(5):404-12.
21. Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB. Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(7):975-80.
22. Blakemore SJ, Frith C. The role of motor contagion in the prediction of action. *Neuropsychologia*. 2005;43(2):260-7.
23. Martin-Loeches M, Casado P, Sel A. The evolution of the brain in the genus Homo: the neurobiology that makes us different. *Rev Neurol*. 2008;46(12):731-41.
24. Cattaneo L, Rizzolatti G. The mirror neuron system. *Arch Neurol*. 2009;66(5):557-60.
25. Calvo-Merino B, Glaser DE, Grezes J, Passingham RE, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cereb Cortex N Y N 1991*. 2005;15(8):1243-9.
26. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. *Curr Opin Neurobiol*. 2008;18(2):179-84.
27. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. *J Bodyw Mov Ther*. 2011;15(4):528-37.
28. Phillips, N. Aprendizaje motor. A: Trew M, Everett T. *Fundamentos del movimiento humano*. 5ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p. 123-36.
29. Anochin PK, Bernstein G, Solokov EN. *Neurofisiología e cibernetica*. Roma: Ubaldini; 1973.
30. Tomás-Rodríguez E, Sánchez Herrera-Baeza P, Alegre-Ayala J, Cano-de-la-Cuerda R. Deficiencia neurológica y control motor. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado

- Vázquez S. Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento. Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 127-37.
31. Haggard P, Clark S. Intentional action: conscious experience and neural prediction. *Conscious Cogn.* 2003;12(4):695-707.
  32. Grillner S, Hellgren J, Ménard A, Saitoh K, Wikström MA. Mechanisms for selection of basic motor programs – roles for the striatum and pallidum. *Trends Neurosci.* 2005;28(7):364-70.
  33. Blakemore SJ. Deluding the motor system. *Conscious Cogn.* 2003;12(4):647-55.
  34. Farrer C, Franck N, Paillard J, Jeannerod M. The role of proprioception in action recognition. *Conscious Cogn.* 2003;12(4):609-19.
  35. Goodale MA, Westwood DA, Milner AD. Two distinct modes of control for object-directed action. *Prog Brain Res.* 2004;144:131-44.
  36. Horwitz B, Grady CL, Haxby JV, Schapiro MB, Rapoport SI, Ungerleider LG, et al. Functional Associations among Human Posterior Extrastriate Brain Regions during Object and Spatial Vision. *J Cogn Neurosci.* 1992;4(4):311-22.
  37. Mishkin M, Ungerleider LG. Contribution of striate inputs to the visuospatial functions of parieto-preoccipital cortex in monkeys. *Behav Brain Res.* 1982;6(1):57-77.
  38. Lundy-Ekman L. *Cerebrum: Clinical Applications. A: Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2013. p. 430-59.
  39. Adrover-Roig D, Muñoz Marrón E, Sánchez-Cubillo I, Miranda-García R. *Neurobiología de los sistemas de aprendizaje y memoria. A: Redolar D. Neurociencia Cognitiva.* Madrid: Médica Panamericana; 2014. p. 411-38.
  40. Hanakawa T, Dimyan MA, Hallett M. Motor planning, imagery, and execution in the distributed motor network: a time-course study with functional MRI. *Cereb Cortex N Y N 1991.* 2008;18(12):2775-88.
  41. Rizzolatti G, Luppino G, Matelli M. The organization of the cortical motor system: new concepts. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1998;106(4):283-96.
  42. Rothwell JC. Overview of neurophysiology of movement control. *Clin Neurol Neurosurg.* 2012;114(5):432-5.
  43. Schieber MH. Constraints on somatotopic organization in the primary motor cortex. *J Neurophysiol.* 2001;86(5):2125-43.
  44. Shumway-Cook A, Woollacott M. Constraints on motor control: an overview of neurologic impairments. *A: Motor control Translating research into clinical practice.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 104-40.
  45. Ardila A, Neurociencias U de GCU de CB y AI de. Las afasias [Internet]. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Sociales y

Humanidades; 2005. Recuperado a partir de:  
<https://books.google.es/books?id=U6V5PgAACAAJ>

46. Malhotra S, Pandyan AD, Day CR, Jones PW, Hermens H. Spasticity, an impairment that is poorly defined and poorly measured. *Clin Rehabil.* 2009;23(7):651-8.
47. Lundy-Ekman L. *The Motor System: Motor Neurons. A: Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2013. p. 183-232.
48. Yao J, Chen A, Carmona C, Dewald JPA. Cortical overlap of joint representations contributes to the loss of independent joint control following stroke. *NeuroImage.* 2009;45(2):490-9.
49. Abrahamse EL, van der Lubbe RH, Verwey WB. Sensory information in perceptual-motor sequence learning: visual and/or tactile stimuli. *Exp Brain Res Hirnforsch Cerebrale.* 2009;197(2):175-83.
50. Junqué C, Barroso J. *Neuropsicología.* 4<sup>a</sup> ed. Madrid: Síntesis; 2001.
51. Subramanian SK, Massie CL, Malcolm MP, Levin MF. Does provision of extrinsic feedback result in improved motor learning in the upper limb poststroke? A systematic review of the evidence. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(2):113-24.
52. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor learning and recovery of function. A: Motor control Translating research into clinical practice.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 2012. p. 21-44.
53. Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS Biol.* 2005;3(3):e79.
54. Rizzolatti G, Cattaneo L, Fabbri-Destro M, Rozzi S. Cortical mechanisms underlying the organization of goal-directed actions and mirror neuron-based action understanding. *Physiol Rev.* 2014;94(2):655-706.
55. Fogassi, L, Rodà, F. The premotor cortex and mirror neurons. *Adv Clin Neurosci Rehabil.* 2011;11(4):23-5.
56. Tirapu-Ustárrroz J, Maestú F, González-Marqués J, Ríos-Lago M, Ruiz MJ. *Visión histórica y concepto de neuropsicología.* A: Tirapu-Ustárrroz J, Ríos-Lago M, Maestú F. *Manual de Neuropsicología.* 2<sup>a</sup> ed. Barcelona: Viguera; 2011. p. 1-32.
57. Ríos-Lago M, Perriáñez JA, Rodríguez-Sánchez JM. *Neuropsicología de la atención.* A: Tirapu-Ustárrroz J, Ríos-Lago M, Maestú F. *Manual de neuropsicología.* 2<sup>a</sup> ed. Barcelona: Viguera; 2011. p. 149-88.
58. de Noreña D, Maestú F. *Neuropsicología de la memoria.* A: Tirapu-Ustárrroz J, Ríos-Lago M, Maestú F. *Manual de Neuropsicología.* 2<sup>a</sup> ed. Barcelona: Viguera; 2011. p. 189-217.

59. Tirapu-Ustárroz J, Luna-Lario P. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. A: Tirapu-Ustárroz J, Ríos-Lago M, Maestú F. Manual de Neuropsicología. 2ª ed. Barcelona: Viguera; 2011. p. 219-60.
60. Franceschini M, Ceravolo MG, Agosti M, Cavallini P, Bonassi S, Dall'Armi V, et al. Clinical relevance of action observation in upper-limb stroke rehabilitation: a possible role in recovery of functional dexterity. A randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26(5):456-62.
61. Coricelli G. Two-levels of mental states attribution: from automaticity to voluntariness. *Neuropsychologia*. 2005;43(2):294-300.
62. Mulder T. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996. 2007;114(10):1265-78.
63. Munzert J, Lorey B, Zentgraf K. Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Res Rev*. 2009;60(2):306-26.
64. Sharma N, Pomeroy VM, Baron J-C. Motor imagery: a backdoor to the motor system after stroke? *Stroke J Cereb Circ*. 2006;37(7):1941-52.
65. Small SL, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. *Dev Psychobiol*. 2012;54(3):293-310.
66. Iacoboni M, Woods RP, Brass M, Bekkering H, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*. 1999;286(5449):2526-8.
67. Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Lafleur MF, Durand A, Doyon J. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: a reliability and construct validity study. *J Neurol Phys Ther JNPT*. 2007;31(1):20-9.
68. Sharma N, Baron JC, Rowe JB. Motor imagery after stroke: relating outcome to motor network connectivity. *Ann Neurol*. 2009;66(5):604-16.
69. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What do motor «recovery» and «compensation» mean in patients following stroke? *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):313-9.
70. Takeuchi N, Izumi S-I. Rehabilitation with poststroke motor recovery: a review with a focus on neural plasticity. *Stroke Res Treat*. 2013;2013:128641.
71. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet*. 2011;377(9778):1693-702.
72. Page SJ, Gater DR, Bach-Y-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(8):1377-81.
73. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS One*. 2014;9(2):e87987.



74. Dickstein R, Deutsch JE. Motor imagery in physical therapist practice. *Phys Ther.* 2007;87(7):942-53.
75. Cirstea MC, Levin MF. Improvement of arm movement patterns and endpoint control depends on type of feedback during practice in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;21(5):398-411.
76. Ministerio de Sanidad y Política Social. Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Política Social; 2009. Report No.: M-51324-2009.
77. Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques. Ictus. Guia de Pràctica Clínica. Barcelona: Agència d'Avaluació de tecnologia i Recerca Mèdiques; 2007. Report No.: B-44.323-2005.
78. Rodríguez-Yañez M, Fernández Maiztegui C, Pérez-Concha T, Castillo J, Zarranz JJ. Enfermedades vasculares cerebrales. A: Zarranz JJ. *Neurología.* 4<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier; 2008. p. 337-409.
79. Societat Catalana de Neurologia. Diagnòstic i tractament de les malalties vasculares cerebrals [Internet]. [citado 4 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: [http://www.scn.cat/docs/guies\\_protoc/4\\_Malalties\\_Vasculares\\_cerebrals.pdf](http://www.scn.cat/docs/guies_protoc/4_Malalties_Vasculares_cerebrals.pdf)
80. Fernández de Bobadilla J, Sicras-Mainar A, Navarro-Artieda R, Planas-Comes A, Soto-Alvarez J, Sánchez-Maestre C, et al. [Estimation of the prevalence, incidence, comorbidities and direct costs associated to stroke patients requiring care in an area of the Spanish population]. *Rev Neurol.* 2008;46(7):397-405.
81. Vila-Corcoles A, Satue-Gracia E, Ochoa-Gondar O, de Diego-Cabanes C, Vila-Rovira A, Blade J, et al. [Incidence and lethality of ischaemic stroke among people 60 years or older in the region of Tarragona (Spain), 2008-2011]. *Rev Neurol.* 2014;59(11):490-6.
82. Grupo de Trabajo de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con Ictus en Atención Primaria. Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con Ictus en Atención Primaria. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo de la Comunidad de Madrid. Madrid; 2009.
83. Hervás-Angulo A, Cabasés-Hita JM, Forcén-Alonso T. [Costs deriving from strokes from a social perspective. A retrospective incidence approach with a follow-up at three years]. *Rev Neurol.* 2006;43(9):518-25.
84. Barker-Collo S, Feigin V. The impact of neuropsychological deficits on functional stroke outcomes. *Neuropsychol Rev.* 2006;16(2):53-64.
85. Lundy-Elkman L. Support Systems: Blood Supply and Cerebrospinal Fluid System. A: *Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2013. p. 460-74.
86. Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural Plast.* 2001;8(1-2):121-9.

87. Cirstea CM, Pfitzer A, Levin MF. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. *Stroke J Cereb Circ.* 2006;37(5):1237-42.
88. Van Kordelaar J, van Wegen EEH, Nijland RHM, Daffertshofer A, Kwakkel G. Understanding Adaptive Motor Control of the Paretic Upper Limb Early Poststroke: The EXPLICIT-stroke Program. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013;27(9):854-63.
89. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi CS, Ventura L, Tonin P, et al. Motor learning principles for rehabilitation: a pilot randomized controlled study in poststroke patients. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(6):501-8.
90. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve.* 2005;31(5):535-51.
91. Dipietro L, Krebs HI, Fasoli SE, Volpe BT, Stein J, Bever C, et al. Changing motor synergies in chronic stroke. *J Neurophysiol.* 2007;98(2):757-68.
92. Lang CE, Bland MD, Bailey RR, Schaefer SY, Birkenmeier RL. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for clinical decision making. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* 2013;26(2):104-14;quiz 115.
93. Lundy-Ekman L. *Cerebrum. A: Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2013. p. 406-29.
94. Van de Winckel A, Sunaert S, Wenderoth N, Peeters R, Van Hecke P, Feys H, et al. Passive somatosensory discrimination tasks in healthy volunteers: differential networks involved in familiar versus unfamiliar shape and length discrimination. *NeuroImage.* 2005;26(2):441-53.
95. Van de Winckel A, Wenderoth N, De Weerdts W, Sunaert S, Peeters R, Van Hecke W, et al. Frontoparietal involvement in passively guided shape and length discrimination: a comparison between subcortical stroke patients and healthy controls. *Exp Brain Res Exp Hirnforsch Expérimentation Cérébrale.* 2012;220(2):179-89.
96. Wager TD, Atlas LY, Lindquist MA, Roy M, Woo C-W, Kross E. An fMRI-based neurologic signature of physical pain. *N Engl J Med.* 2013;368(15):1388-97.
97. Peyron R, Laurent B, Garcia-Larrea L. Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis (2000). *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol.* 2000;30(5):263-88.
98. Hillis AE. Neurobiology of unilateral spatial neglect. *Neurosci Rev J Bringing Neurobiol Neurol Psychiatry.* 2006;12(2):153-63.
99. Haaland KY, Harrington DL, Knight RT. Neural representations of skilled movement. *Brain J Neurol.* 2000;123 ( Pt 11)(Pt 11):2306-13.
100. Baillieux H, De Smet HJ, Paquier PF, De Deyn PP, Marien P. Cerebellar neurocognition: insights into the bottom of the brain. *Clin Neurol Neurosurg.* 2008;110(8):763-73.

101. Arriada-Mendicoa N, Otero-Siliceo E, Corona-Vazquez T. Current concepts regarding the cerebellum and cognition. *Rev Neurol*. 1999;29(11):1075-82.
102. Carey L, Macdonell R, Matyas TA. SENSE: Study of the Effectiveness of Neurorehabilitation on Sensation: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(4):304-13.
103. Schabrun SM, Hillier S. Evidence for the retraining of sensation after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2009;23(1):27-39.
104. Blennerhassett JM, Matyas TA, Carey LM. Impaired discrimination of surface friction contributes to pinch grip deficit after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(3):263-72.
105. Stokes M, Stack E, editores. *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica*. 3<sup>a</sup> ed. Barcelona: Elsevier; 2013.
106. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-54.
107. Pomeroy V, Tallis R. Neurological rehabilitation: a science struggling to come of age. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. 2002;7(2):76-89.
108. Brandi de la Torre J M, Romero Porcel J, Ruiz Hervías E. *Atención Fisioterápica en el Accidente CerebroVascular*. Colegio Profesional de Fisioterapeutas de Andalucía; 2010.
109. Bisbe M, Santoyo C, Segarra V. *Fisioterapia en Neurología: procedimientos para restablecer la capacidad funcional*. Madrid: Médica Panamericana; 2012.
110. Prabhu RKR, Swaminathan N, Harvey LA. Passive movements for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;12:CD009331.
111. Bovend'Eerd TJ, Newman M, Barker K, Dawes H, Minelli C, Wade DT. The effects of stretching in spasticity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1395-406.
112. Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Phys Ther*. 2011;91(1):11-24.
113. Lannin NA, Ada L. Neurorehabilitation splinting: theory and principles of clinical use. *NeuroRehabilitation*. 2011;28(1):21-8.
114. Galea MP. Physical modalities in the treatment of neurological dysfunction. *Clin Neurol Neurosurg*. 2012;114(5):483-8.
115. Pomeroy VM, King L, Pollock A, Baily-Hallam A, Langhorne P. Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;(2):CD003241.

116. Van de Winckel A, Feys H, van der Knaap S, Messerli R, Baronti F, Lehmann R, et al. Can quality of movement be measured? Rasch analysis and inter-rater reliability of the Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES). *Clin Rehabil.* 2006;20(10):871-84.
117. Nudo RJ. Neural bases of recovery after brain injury. *J Commun Disord.* 2011;44(5):515-20.
118. Wittenberg GF. Experience, cortical remapping, and recovery in brain disease. *Neurobiol Dis.* 2010;37(2):252-8.
119. Flor H, Diers M. Sensorimotor training and cortical reorganization. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(1):19-27.
120. Cirstea MC, Levin MF. Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain J Neurol.* 2000;123 ( Pt 5):940-53.
121. Rehme AK, Eickhoff SB, Rottschy C, Fink GR, Grefkes C. Activation likelihood estimation meta-analysis of motor-related neural activity after stroke. *NeuroImage.* 2012;59(3):2771-82.
122. Gauthier LV, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark VW, Uswatte G. Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. *Stroke J Cereb Circ.* 2008;39(5):1520-5.
123. Daly JJ, Fang Y, Perepezko EM, Siemionow V, Yue GH. Prolonged cognitive planning time, elevated cognitive effort, and relationship to coordination and motor control following stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2006;14(2):168-71.
124. Dobkin BH. Neurobiology of rehabilitation. *Ann N Y Acad Sci.* 2004;1038:148-70.
125. Stehno-Bittel L. Neuroplasticity. A: Lundy-Ekman. *Neuroscience Fundamentals for rehabilitation.* 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2013. p. 66-80.
126. Shumway-Cook A, Woollacott M. Physiological basis of motor learning and recovery of function. A: Motor control Translating research into clinical practice. 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 2012. p. 83-103.
127. Duffau H. Brain plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas.* 2006;13(9):885-97.
128. Doidge N. *El cerebro se modifica a sí mismo.* Aguilar. Madrid; 2008.
129. Gómez-Soriano J, Taylor J. Neuroplasticidad. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado Vázquez S. *Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento.* Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 89-103.
130. Ward NS. Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke. *Postgrad Med J.* 2005;81(958):510-4.

131. Diamond MC, Rosenzweig MR, Bennett EL, Lindner B, Lyon L. Effects of environmental enrichment and impoverishment on rat cerebral cortex. *J Neurobiol.* 1972;3(1):47-64.
132. Green JB. Brain reorganization after stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2003;10(3):1-20.
133. Kolb B, Teskey GC. Age, experience, injury, and the changing brain. *Dev Psychobiol.* 2012;54(3):311-25.
134. Nudo RJ, Plautz EJ, Frost SB. Role of adaptive plasticity in recovery of function after damage to motor cortex. *Muscle Nerve.* 2001;24(8):1000-19.
135. Merzenich MM, Kaas JH, Wall J, Nelson RJ, Sur M, Felleman D. Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. *Neuroscience.* 1983;8(1):33-55.
136. Langer N, Hanggi J, Muller NA, Simmen HP, Jancke L. Effects of limb immobilization on brain plasticity. *Neurology.* 2012;78(3):182-8.
137. Cheatwood JL, Emerick AJ, Kartje GL. Neuronal plasticity and functional recovery after ischemic stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2008;15(1):42-50.
138. Burns MS. Application of neuroscience to technology in stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil.* 2008;15(6):570-9.
139. Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen LG, Brasil-Neto JP, Cammarota A, Hallett M. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol.* 1995;74(3):1037-45.
140. Richards LG, Stewart KC, Woodbury ML, Senesac C, Cauraugh JH. Movement-dependent stroke recovery: a systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. *Neuropsychologia.* 2008;46(1):3-11.
141. Kleim JA. Neural plasticity and neurorehabilitation: teaching the new brain old tricks. *J Commun Disord.* 2011;44(5):521-8.
142. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;11:CD010820.
143. Matesanz-García B, Dávila-Martínez P, Lloves-Ucha A. El concepto Bobath: análisis de sus fundamentos y aplicaciones. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado Vázquez S. *Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento.* Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 283-94.
144. Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. The Bobath concept in contemporary clinical practice. *Top Stroke Rehabil.* 2009;16(1):57-68.
145. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke J Cereb Circ.* 2009;40(4):e89-97.

146. Luke C, Dodd KJ, Brock K. Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(8):888-98.
147. Paeth B. Experiencias con el Concepto Bobath. Fundamentos, tratamientos y casos. 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006.
148. Thrane G, Friberg O, Anke A, Indredavik B. A meta-analysis of constraint-induced movement therapy after stroke. *J Rehabil Med.* 2014;46(9):833-42.
149. Roldán-Laguarta P, Pavón-de Paz M, Pérez-Manzanero MA, Andújar-Osorno CI. Terapia por restricción del lado sano. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado Vázquez S. Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento. Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 397-403.
150. Thrane G, Askim T, Stock R, Indredavik B, Gjone R, Erichsen A, et al. Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy in Early Stroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Multisite Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2015;29(6):517-25.
151. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage.* 2007;36 Suppl 2:T164-73.
152. Malouin F, Jackson PL, Richards CL. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:576.
153. De Vries S, Tepper M, Feenstra W, Oosterveld H, Boonstra AM, Otten B. Motor imagery ability in stroke patients: the relationship between implicit and explicit motor imagery measures. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:790.
154. Bovend'eerd TJH, Dawes H, Sackley C, Wade DT. Practical research-based guidance for motor imagery practice in neurorehabilitation. *Disabil Rehabil.* 2012;34(25):2192-200.
155. Drubach D, Benarroch EE, Mateen FJ. Imaginación: definición, utilidad y neurobiología. *Rev Neurol.* 2007;45(6):353-8.
156. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Reliability of mental chronometry for assessing motor imagery ability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(2):311-9.
157. Schieber MH. Dissociating motor cortex from the motor. *J Physiol.* 2011;589(Pt 23):5613-24.
158. Crosbie JH, McDonough SM, Gilmore DH, Wiggam MI. The adjunctive role of mental practice in the rehabilitation of the upper limb after hemiplegic stroke: a pilot study. *Clin Rehabil.* 2004;18(1):60-8.
159. Esparza DY, Larue J. Interacciones cognitivo-motoras: el papel de la representación motora. *Rev Neurol.* 2008;46(4):219-24.

160. Braun S, Kleynen M, van Heel T, Kruithof N, Wade D, Beurskens A. The effects of mental practice in neurological rehabilitation; a systematic review and meta-analysis. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:390.
161. Oujamaa L, Relave I, Froger J, Mottet D, Pelissier J-Y. Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2009;52(3):269-93.
162. Ietswaart M, Johnston M, Dijkerman HC, Joice S, Scott CL, MacWalter RS, et al. Mental practice with motor imagery in stroke recovery: randomized controlled trial of efficacy. *Brain J Neurol.* 2011;134(Pt 5):1373-86.
163. Page SJ, Levine P, Leonard AC. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(3):399-402.
164. Page SJ, Levine P, Leonard A. Mental practice in chronic stroke: results of a randomized, placebo-controlled trial. *Stroke J Cereb Circ.* 2007;38(4):1293-7.
165. Müller K, Bütefisch CM, Seitz RJ, Hömberg V. Mental practice improves hand function after hemiparetic stroke. *Restor Neurol Neurosci.* 2007;25(5-6):501-11.
166. Liu KPY, Chan CCH, Wong RSM, Kwan IWL, Yau CSF, Li LSW, et al. A randomized controlled trial of mental imagery augment generalization of learning in acute poststroke patients. *Stroke J Cereb Circ.* 2009;40(6):2222-5.
167. Liu KP, Chan CC, Lee TM, Hui-Chan CW. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(9):1403-8.
168. Bovend'Eerd TJ, Dawes H, Sackley C, Izadi H, Wade DT. An integrated motor imagery program to improve functional task performance in neurorehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(6):939-46.
169. Page SJ, Levine P, Sisto S, Johnston MV. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clin Rehabil.* 2001;15(3):233-40.
170. Page SJ, Levine P, Sisto SA, Johnston MV. Mental practice combined with physical practice for upper-limb motor deficit in subacute stroke. *Phys Ther.* 2001;81(8):1455-62.
171. Butler AJ, Page SJ. Mental practice with motor imagery: evidence for motor recovery and cortical reorganization after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(12 Suppl 2):S2-11.
172. Page SJ, Szaflarski JP, Eliassen JC, Pan H, Cramer SC. Cortical plasticity following motor skill learning during mental practice in stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(4):382-8.
173. Welfringer A, Leifert-Fiebach G, Babinsky R, Brandt T. Visuomotor imagery as a new tool in the rehabilitation of neglect: a randomised controlled study of feasibility and efficacy. *Disabil Rehabil.* 2011;33(21-22):2033-43.

174. Faralli A, Bigoni M, Mauro A, Rossi F, Carulli D. Noninvasive strategies to promote functional recovery after stroke. *Neural Plast.* 2013;2013:854597.
175. Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;3:CD008449.
176. López-Sánchez J, Quintero I. Robótica aplicada y realidad virtual. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado Vázquez S. *Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento.* Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 449-57.
177. Laffont I, Bakhti K, Coroian F, van Dokkum L, Mottet D, Schweighofer N, et al. Innovative technologies applied to sensorimotor rehabilitation after stroke. *Ann Phys Rehabil Med.* 2014;57(8):543-51.
178. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(9):CD008349.
179. Perfetti C. *El ejercicio terapéutico cognoscitivo para la reeducación motora del hemipléjico adulto.* Barcelona: Edikamed; 1999.
180. Rodríguez-Larrad A, Rizzello C, Perfetti C, Panté FA, Zernitz M. Ejercicio terapéutico cognoscitivo. A: Cano-de-la-Cuerda R, Collado Vázquez S. *Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento.* Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 307-21.
181. Chanubol R, Wongphaet P, Chavanich N, Werner C, Hesse S, Bardeleben A, et al. A randomized controlled trial of Cognitive Sensory Motor Training Therapy on the recovery of arm function in acute stroke patients. *Clin Rehabil.* 2012;26(12):1096-104.
182. Wongphaet P, Butrach W, Sangkrai S, Jitpraphai C. Improved function of hemiplegic upper extremity after cognitive sensory motor training therapy in chronic stroke patients: preliminary report of a case series. *J Med Assoc Thai Chotmaihet Thangphaet.* 2003;86(6):579-84.
183. Catalan M, De Michiel A, Bratina A, Mezzarobba S, Pellegrini L, Marcovich R, et al. Treatment of fatigue in multiple sclerosis patients: a neurocognitive approach. *Rehabil Res Pract.* 2011;2011:670537.
184. Marzetti E, Rabini A, Piccinini G, Piazzini DB, Vulpiani MC, Vetrano M, et al. Neurocognitive therapeutic exercise improves pain and function in patients with shoulder impingement syndrome: a single-blind randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(3):255-64.
185. Cappellino F, Paolucci T, Zangrando F, Iosa M, Adriani E, Mancini P, et al. Neurocognitive rehabilitative approach effectiveness after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012;48(1):17-30.
186. Zangrando F, Paolucci T, Vulpiani MC, Lamaro M, Isidori R, Saraceni VM. Chronic pain and motor imagery: a rehabilitative experience in a case report. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(1):67-72.



187. Ghedina R. Tratamiento de fisioterapia del paciente hemipléjico. A: Serra MR, Díaz J, Sande ML. Fisioterapia en neurología, sistema respiratorio y aparato cardiovascular. Barcelona: Masson; 2005. p. 59-70.
188. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol Paris*. 2006;99(4-6):386-95.
189. Reggiani P, Perfetti C. L'immagine motoria come strumento per l'esercizio terapeutico. Forte dei Marmi: Biblioteca A.R.Lurija; 1999.
190. Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. I. Motor output organization. *J Neurophysiol*. 1982;48(1):139-49.
191. Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. II. Somatosensory input organization. *J Neurophysiol*. 1982;48(1):150-9.
192. Gould HJ 3rd, Cusick CG, Pons TP, Kaas JH. The relationship of corpus callosum connections to electrical stimulation maps of motor, supplementary motor, and the frontal eye fields in owl monkeys. *J Comp Neurol*. 1986;247(3):297-325.
193. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*. 1986;55(6):1369-81.
194. Carey LM, Matyas TA. Training of somatosensory discrimination after stroke: facilitation of stimulus generalization. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr*. 2005;84(6):428-42.
195. Miquée A, Xerri C, Rainville C, Anton JL, Nazarian B, Roth M, et al. Neuronal substrates of haptic shape encoding and matching: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience*. 2008;152(1):29-39.
196. Carey LM, Abbott DF, Harvey MR, Puce A, Seitz RJ, Donnan GA. Relationship between touch impairment and brain activation after lesions of subcortical and cortical somatosensory regions. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(5):443-57.
197. Porta M, editor. *A Dictionary of Epidemiology* [Internet]. 5<sup>a</sup> ed. Oxford University Press; 2008 [citado 6 de marzo de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780195314496.001.0001/acref-9780195314496>
198. Thabane L, Ma J, Chu R, Cheng J, Ismaila A, Rios LP, et al. A tutorial on pilot studies: the what, why and how. *BMC Med Res Methodol*. 2010;10:1.
199. Shanyinde M, Pickering RM, Weatherall M. Questions asked and answered in pilot and feasibility randomized controlled trials. *BMC Med Res Methodol*. 2011;11:117.
200. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, He J, Mayo MS, et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(9):879-85.
201. Lin J-H, Hsu M-J, Sheu C-F, Wu T-S, Lin R-T, Chen C-H, et al. Psychometric comparisons of 4 measures for assessing upper-extremity function in people with stroke. *Phys Ther*. 2009;89(8):840-50.

202. Velstra I-M, Ballert CS, Cieza A. A Systematic Literature Review of Outcome Measures for Upper Extremity Function Using the International Classification of Functioning, Disability, and Health as Reference. *PM&R*. 2011;3(9):846-60.
203. Johansson GM, Häger CK. Measurement properties of the Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke patients (MESUPES). *Disabil Rehabil*. 2012;34(4):288-94.
204. Bohannon RW. Motricity index scores are valid indicators of paretic upper extremity strength following stroke. *J Phys Ther Sci*. 1999;11(2):59-61.
205. Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1990;53(7):576-9.
206. Lincoln NB, Jackson JM, Adams SA. Reliability and revision of the Nottingham Sensory Assessment for stroke patients. *Physiotherapy*. 1998;84(8):358-65.
207. Lincoln NB, Crow JL, Jackson JM, Waters GR, Adams SA, Hodgson P. The unreliability of sensory assessment. *Clin Rehabil*. 1991;5:273-82.
208. Connell LA. Sensory impairment and recovery after stroke. [Nottingham]: University of Nottingham; 2007.
209. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Clinical assessment of motor imagery after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(4):330-40.
210. Salvat-Plana M, Abilleira S, Jiménez C, Marta J, Gallofré M. [Prioritization of performance measures for assessment of hospital-based stroke care quality through a consensus method]. *Rev Calid Asist Organo Soc Esp Calid Asist*. 2011;26(3):174-83.
211. Keeney S, Hasson F, McKenna HP. A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. *Int J Nurs Stud*. 2001;38(2):195-200.
212. Baker J, Lovell K, Harris N. How expert are the experts? An exploration of the concept of «expert» within Delphi panel techniques. *Nurse Res*. 2006;14(1):59-70.
213. Diccionari de la Llengua Catalana Multilingüe [Internet]. [citado 21 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.multilingue.cat/>
214. Braun SM, Beurskens AJ, Kleynen M, Oudelaar B, Schols JM, Wade DT. A multicenter randomized controlled trial to compare subacute «treatment as usual» with and without mental practice among persons with stroke in Dutch nursing homes. *J Am Med Dir Assoc*. 2012;13(1):85.e1-7.
215. Borstad AL, Bird T, Choi S, Goodman L, Schmalbrock P, Nichols-Larsen DS. Sensorimotor training and neural reorganization after stroke: a case series. *J Neurol Phys Ther JNPT*. 2013;37(1):27-36.
216. Bardouille T, Picton TW, Ross B. Attention modulates beta oscillations during prolonged tactile stimulation. *Eur J Neurosci*. 2010;31(4):761-9.

217. Chen S-Y, Winstein CJ. A systematic review of voluntary arm recovery in hemiparetic stroke: critical predictors for meaningful outcomes using the international classification of functioning, disability, and health. *J Neurol Phys Ther JNPT*. 2009;33(1):2-13.
218. Albert SJ, Kesselring J. Neurorehabilitation of stroke. *J Neurol*. 2012;259(5):817-32.
219. Kolb B, Muhammad A. Harnessing the power of neuroplasticity for intervention. *Front Hum Neurosci*. 2014;8:377.
220. Sallés L, Gironès X, Lafuente JV. [The motor organization of cerebral cortex and the role of the mirror neuron system. Clinical impact for rehabilitation]. *Med Clínica*. 2015;144(1):30-4.
221. Lotze M, Erb M, Flor H, Huelsmann E, Godde B, Grodd W. fMRI evaluation of somatotopic representation in human primary motor cortex. *NeuroImage*. 2000;11(5 Pt 1):473-81.
222. Beisteiner R, Gartus A, Erdler M, Mayer D, Lanzenberger R, Deecke L. Magnetoencephalography indicates finger motor somatotopy. *Eur J Neurosci*. 2004;19(2):465-72.
223. Sanes JN, Donoghue JP, Thangaraj V, Edelman RR, Warach S. Shared neural substrates controlling hand movements in human motor cortex. *Science*. 1995;268(5218):1775-7.
224. Devanne H, Cassim F, Ethier C, Brizzi L, Thevenon A, Capaday C. The comparable size and overlapping nature of upper limb distal and proximal muscle representations in the human motor cortex. *Eur J Neurosci*. 2006;23(9):2467-76.
225. Matelli M, Luppino G. Parietofrontal circuits for action and space perception in the macaque monkey. *NeuroImage*. 2001;14(1 Pt 2):S27-32.
226. Capaday C, Ethier C, Van Vreeswijk C, Darling WG. On the functional organization and operational principles of the motor cortex. *Front Neural Circuits*. 2013;7:66.
227. Carey LM, Matyas TA, Oke LE. Sensory loss in stroke patients: effective training of tactile and proprioceptive discrimination. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(6):602-11.
228. Carey LM, Matyas TA. Frequency of discriminative sensory loss in the hand after stroke in a rehabilitation setting. *J Rehabil Med*. 2011;43(3):257-63.
229. Carey LM, Abbott DF, Puce A, Jackson GD, Syngeniotis A, Donnan GA. Reemergence of activation with poststroke somatosensory recovery: a serial fMRI case study. *Neurology*. 2002;59(5):749-52.
230. Bodegard A, Geyer S, Grefkes C, Zilles K, Roland PE. Hierarchical processing of tactile shape in the human brain. *Neuron*. 2001;31(2):317-28.
231. Harada T, Saito DN, Kashikura K-I, Sato T, Yonekura Y, Honda M, et al. Asymmetrical neural substrates of tactile discrimination in humans: a functional

- magnetic resonance imaging study. *J Neurosci Off J Soc Neurosci*. 2004;24(34):7524-30.
232. Coupar F, Pollock A, Rowe P, Weir C, Langhorne P. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2012;26(4):291-313.
233. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley AB, Tallis RC. Sensory loss in hospital-admitted people with stroke: characteristics, associated factors, and relationship with function. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(2):166-72.
234. Meyer S, Karttunen AH, Thijs V, Feys H, Verheyden G. How do somatosensory deficits in the arm and hand relate to upper limb impairment, activity, and participation problems after stroke? A systematic review. *Phys Ther*. 2014;94(9):1220-31.
235. Wagner JM, Lang CE, Sahrman SA, Edwards DF, Dromerick AW. Sensorimotor impairments and reaching performance in subjects with poststroke hemiparesis during the first few months of recovery. *Phys Ther*. 2007;87(6):751-65.
236. Jørgensen HS. The Copenhagen Stroke Study experience. *J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc*. 1996;6(1):5-16.
237. Mirbagheri MM, Rymer WZ. Time-course of changes in arm impairment after stroke: variables predicting motor recovery over 12 months. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(8):1507-13.
238. Winter JM, Crome P, Sim J, Hunter SM. Effects of mobilization and tactile stimulation on chronic upper-limb sensorimotor dysfunction after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(4):693-702.
239. Hunter SM, Crome P, Sim J, Pomeroy VM. Effects of mobilization and tactile stimulation on recovery of the hemiplegic upper limb: a series of replicated single-system studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(10):2003-10.
240. Colebatch JG, Gandevia SC. The distribution of muscular weakness in upper motor neuron lesions affecting the arm. *Brain J Neurol*. 1989;112 ( Pt 3):749-63.
241. Palmer E, Ashby P. Corticospinal projections to upper limb motoneurons in humans. *J Physiol*. 1992;448:397-412.
242. Lang CE, Wagner JM, Bastian AJ, Hu Q, Edwards DF, Sahrman SA, et al. Deficits in grasp versus reach during acute hemiparesis. *Exp Brain Res*. 2005;166(1):126-36.
243. Lang CE, Wagner JM, Edwards DF, Sahrman SA, Dromerick AW. Recovery of grasp versus reach in people with hemiparesis poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2006;20(4):444-54.
244. Lang CE, Beebe JA. Relating movement control at 9 upper extremity segments to loss of hand function in people with chronic hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(3):279-91.

245. Beebe JA, Lang CE. Absence of a proximal to distal gradient of motor deficits in the upper extremity early after stroke. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol*. 2008;119(9):2074-85.
246. Beebe JA, Lang CE. Active range of motion predicts upper extremity function 3 months after stroke. *Stroke J Cereb Circ*. 2009;40(5):1772-9.
247. Ferrarello F, Baccini M, Rinaldi LA, Cavallini MC, Mossello E, Masotti G, et al. Efficacy of physiotherapy interventions late after stroke: a meta-analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2011;82(2):136-43.
248. Dobkin BH, Dorsch A. New evidence for therapies in stroke rehabilitation. *Curr Atheroscler Rep*. 2013;15(6):331.
249. Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2006;52(4):241-8.
250. Klaiput A, Kitisomprayoonkul W. Increased pinch strength in acute and subacute stroke patients after simultaneous median and ulnar sensory stimulation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):351-6.
251. Conforto AB, Kaelin-Lang A, Cohen LG. Increase in hand muscle strength of stroke patients after somatosensory stimulation. *Ann Neurol*. 2002;51(1):122-5.
252. Miller KJ, Schalk G, Fetz EE, den Nijs M, Ojemann JG, Rao RPN. Cortical activity during motor execution, motor imagery, and imagery-based online feedback. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010;107(9):4430-5.
253. De Diego C, Puig S, Navarro X. A sensorimotor stimulation program for rehabilitation of chronic stroke patients. *Restor Neurol Neurosci*. 2013;31(4):361-71.
254. Schubert R, Ritter P, Wüstenberg T, Preuschhof C, Curio G, Sommer W, et al. Spatial attention related SEP amplitude modulations covary with BOLD signal in S1--a simultaneous EEG--fMRI study. *Cereb Cortex N Y N 1991*. 2008;18(11):2686-700.
255. Schieber MH, Lang CE, Reilly KT, McNulty P, Sirigu A. Selective activation of human finger muscles after stroke or amputation. *Adv Exp Med Biol*. 2009;629:559-75.
256. Barclay-Goddard RE, Stevenson TJ, Poluha W, Thalman L. Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(5):CD005950.
257. Huang Y, Zhen Z, Song Y, Zhu Q, Wang S, Liu J. Motor training increases the stability of activation patterns in the primary motor cortex. *PloS One*. 2013;8(1):e53555.
258. Butler AJ, Cazeaux J, Fidler A, Jansen J, Lefkove N, Gregg M, et al. The Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition (MIQ-RS) Is a Reliable and Valid

- Tool for Evaluating Motor Imagery in Stroke Populations. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM*. 2012;2012:497289.
259. Taylor-Piliae RE, Boros D, Coull BM. Strategies to improve recruitment and retention of older stroke survivors to a randomized clinical exercise trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc*. 2014;23(3):462-8.
260. Blanton S, Morris DM, Prettyman MG, McCulloch K, Redmond S, Light KE, et al. Lessons learned in participant recruitment and retention: the EXCITE trial. *Phys Ther*. 2006;86(11):1520-33.
261. Lloyd G, Dean CM, Ada L. Issues in recruiting community-dwelling stroke survivors to clinical trials: the AMBULATE trial. *Contemp Clin Trials*. 2010;31(4):289-92.
262. Generalitat de Catalunya. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol [Internet]. [citado 30 de mayo de 2015]. Recuperado a partir de: <https://www.gencat.cat/ics/germanstrias/cas/hospital.htm>
263. Determinants socials i econòmics de la salut. Efectes de la crisi econòmica en la salut de la població de Catalunya. [Internet]. 2012 Setembre [citado 4 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: [http://observatorisalut.gencat.cat/web/.content/minisite/observatorisalut/contingutsadministratiu/observatori\\_efectes\\_crisi\\_salut\\_document.pdf](http://observatorisalut.gencat.cat/web/.content/minisite/observatorisalut/contingutsadministratiu/observatori_efectes_crisi_salut_document.pdf)
264. Bernal-Delgado E, Peiró S, Sotoca R. [Setting health services research priorities in the public health system. An approach through expert consensus]. *Gac Sanit SESPAS*. 2006;20(4):287-94.
265. Wainwright SF, Shepard KF, Harman LB, Stephens J. Factors that influence the clinical decision making of novice and experienced physical therapists. *Phys Ther*. 2011;91(1):87-101.
266. Belda-Lois J-M, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroengineering Rehabil*. 2011;8:66.
267. Vanpee G, Hermans G, Segers J, Gosselink R. Assessment of limb muscle strength in critically ill patients: a systematic review. *Crit Care Med*. 2014;42(3):701-11.



# **ANNEXOS**





## 9. ANNEXOS

ANNEX 1. *Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES)*

## Appendix 1 MESUPES-arm and MESUPES-hand scoring sheet

## Motor Evaluation Scale for Upper Extremity in Stroke Patients (MESUPES-arm and MESUPES-hand)

Name patient: \_\_\_\_\_ Test date-hour: \_\_\_\_\_  
 Name examiner: \_\_\_\_\_ Duration of the test: \_\_\_\_\_ min  
 Handedness: right/left \_\_\_\_\_ Support sitting position: yes/no \_\_\_\_\_  
 Hemiplegic side: right/left \_\_\_\_\_ Transfer with help: yes/no \_\_\_\_\_  
 Remarks: \_\_\_\_\_ Tonus relax: difficult/easy \_\_\_\_\_

## MESUPES-arm

ITEMS	SCORES	EXECUTION					
		passive	assisted	by him/herself			
		0	1	2	3	4	5
<i>STARTING POSITION</i> supine on a treatment plinth, the head resting on a pillow, a small cylindrical pillow placed under the knees to support the legs, arms extended and resting on the table, forearms in pronation, fingers in a relaxed extended and adducted position							
1. hand to stomach							
2. hand back to the starting position							
3. abduction 0°-90°, arm extended, forearm in neutral position (arm slides on the table)							
4. arm back to the starting position							
<i>STARTING POSITION</i> sitting on a treatment plinth, hips and knees in 90° flexion, feet flat on the floor, forearms rest in 90° elbow flexion and pronation on a table in front of the patient, fingers in a relaxed extended and adducted position							
5. hand from knee ( <i>starting position</i> ) onto the table							
6. hand (palm) to mouth (elbow remains on the table)							
7. reach with correct orientation of fingers and wrist (as if to grasp) for a plastic bottle (cylinder, diameter 6 cm) standing on the table at arm's length in front of the patient's midline (trunk remains in the same position; grasping the bottle is not required)							
8. hand on top of the head (shoulder in abduction)							

TOTAL

**SCORES:**

♦ **Passive (scores: 0-1)**

- ⇒ **patient:** is asked to let the therapist perform the movement with the affected arm
- ⇒ **therapist:** performs the task *slowly* to evaluate the **adaptation of the tone** to the movement
  - 0 = no adequate adaptation of tone to the movement (*hyper- or hypotonus*)
  - 1 = adequate adaptation of tone (*normal tone*) to at least part of the movement

♦ **Assisted (scores: 2)**

- ⇒ **patient:** is asked to help perform the movement
  - ⇒ **therapist:** - assists the patient as much as needed to perform the movement normally
    - feels if and how much the patient **actively contributes** to the movement in a normal way
- 2 = participation through normal muscle contraction in at least part of the movement

♦ **By him/herself (scores: 3-5)**

- ⇒ **patient:** performs the movement **without help**
- ⇒ **therapist:** controls visually how far the patient can move in a normal way
  - 3 = performs part of the whole movement normally
  - 4 = completes the whole movement normally but performs it slowly or with great effort
  - 5 = completes the whole movement normally at normal speed

**MESUPES-hand**

Range of Motion		EXECUTION active		
		0	1	2
<b>ITEMS</b>	<b>SCORES</b>			
<i>STARTING POSITION</i> sitting on a treatment plinth, hips and knees in 90° flexion, feet flat on the floor, forearms rest in 90° elbow flexion and pronation on a table in front of the patient, fingers in a relaxed extended and adducted position				
1. pinch grip ( <i>starting position</i> with abduction of thumb; <i>movement</i> : opposition thumb and index; thumb and index remain in contact with the table; take the shortest distance of thumb and index finger movements into account for scoring)				
2. wrist extension (do not allow hyperextension of the fingers; measure distance vertically from hand palm to table at the MCP-joint of the thumb)				
3. opposition thumb and little finger ( <i>starting position</i> : reposition (abduction) of thumb; <i>movement</i> : thumb and little finger remain in contact with the table; take the shortest distance of thumb and little finger movements into account for scoring)				
4. selective extension of 3 <sup>rd</sup> finger				
5. starting position with fingers 4 and 5 slightly spread out; spread index and middle finger simultaneously, sliding on the table (measure distance between fingertips 2 and 3)				
6. selective extension of 5 <sup>th</sup> finger				

TOTAL

**SCORES:**

- ⇒ **patient:** performs the movement **without help**
- ⇒ **therapist:** controls visually whether and how far the patient can PERFORM THE MOVEMENT in a **normal way**
  - 0 = no movement
  - 1 = movement amplitude < 2 cm
  - 2 = movement amplitude ≥ 2 cm

## Orientation

ITEMS	SCORES	EXECUTION active		
		0	1	2
<p><i>STARTING POSITION</i> sitting on a treatment plinth, hips and knees in 90° flexion, feet on the ground, forearms rest in 90° elbow flexion and pronation on a table in front of the patient, abducted thumb and extended adducted fingers are relaxed</p> <p><b>The therapist places every object in the middle of an imaginary line connecting the distal joints of thumb and index finger</b></p>				
7. grip plastic bottle (cylinder, diameter 2.5 cm; height 8 cm) with tips of thumb and index finger and lift it 2 cm (forearm remains on the table)				
8. grip dice (1.5 x 1.5 cm) sideways with tips of thumb and index finger and rotate dice once around its vertical axis (keep the dice on the table)				
9. put tip of index finger on the dice and rotate dice once around its vertical axis with fingers 1 and 3 (keep the dice on the table)				

TOTAL

## SCORES:

- ⇒ **patient:** performs the movement **without help**
- ⇒ **therapist:** controls visually whether the patient can **ORIENT one or more segments of the arm** throughout the movement in a normal way
- 0 = no movement or movement with abnormal orientation of fingers and wrist towards the object  
 1 = movement with normal orientation of fingers or wrist towards the object  
 2 = whole movement correct

TOTAL



## ANNEX 2. Test *Motricity Index* (MI)

### The Motricity Index for Motor Impairment After Stroke

Overview: The Motricity Index can be used to assess the motor impairment in a patient who has had a stroke.

Tests for Each Arm:

- (1) pinch grip: using a 2.5 cm cube between the thumb and forefinger
  - 19 points are given if able to grip cube but not hold it against gravity
  - 22 points are given if able to hold cube against gravity but not against a weak pull
  - 26 points are given if able to hold the cube against a weak pull but strength is weaker than normal
- (2) elbow flexion from 90° so that the arm touches the shoulder
  - 14 points are given if movement is seen with the elbow out and the arm horizontal
- (3) shoulder abduction moving the flexed elbow from off the chest
  - 19 points are given when the shoulder is abducted to more than 90° beyond the horizontal against gravity but not against resistance

Tests for Each Leg:

- (1) ankle dorsiflexion with foot in a plantar flexed position
  - 14 points are given if there is less than a full range of dorsiflexion
- (2) knee extension with the foot unsupported and the knee at 90°
  - 14 points are given for less than 50% of full extension
  - 19 points are given for full extension yet it can be easily pushed down
- (3) hip flexion with the hip bent at 90° moving the knee towards the chin
  - 14 points are given if there is less than a full range of passive motion
  - 19 points are given if the hip is fully flexed yet it can be easily pushed down

<b>MRC Grade</b>	<b>MRC Score</b>	<b>Points for Pinch Grip</b>	<b>Points for Other Tests</b>
no movement	0	0	0
palpable flicker but no movement	1	11	9
movement but not against gravity	2	19	14
movement against gravity	3	22	19
movement against resistance	4	26	25
normal	5	33	33

arm score for each side = SUM(points for the 3 arm tests) + 1

leg score for each side = SUM(points for the 3 leg tests) + 1

side score for each side = ((arm score for side) + (leg score for side)) / 2

Interpretation:

- minimum score: 0
- maximum score: 100

## ANNEX 3. Revised Nottingham Sensory Assessment (RNSA)

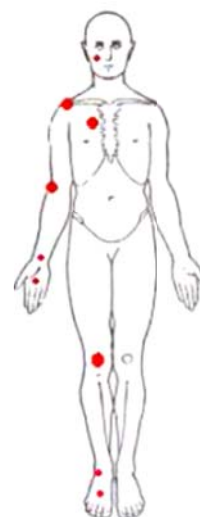
### Instructions

The patient should be assessed in sitting and in a suitable state of undress (ideally in shorts & underwear, without TED stockings). It should be ensured the patient is comfortable and in a quiet area with no distractions. Each test is described and demonstrated to the patient before he or she is blindfolded. The blindfold is removed regularly throughout the test to avoid the patient becoming disorientated.

The body area to be tested is as marked on the body chart. Apply the test sensation to the test area, to the left and right side in a random order. The patient is asked to indicate, either verbally or by a body movement, whenever he or she feels the test sensation.

Each part of the body is assessed three times for each of the tests.

Presence of a reflex does not count as awareness of sensation, though this should be commented on in the comment box.



### Tactile Sensation

If the patient has problems communicating begin testing light touch, pressure and pinprick sections.

#### Scoring criteria

0	<i>Absent</i>	Fails to identify the test sensation on three occasions
1	<i>Impaired</i>	Identifies the test sensation, but not on all three occasions in each region of the body or feels duller
2	<i>Normal</i>	Correctly identifies the test sensation on all three occasions
9	<i>Unable to test</i>	

*Light Touch* Touch, not brush, the skin lightly with a cotton wool ball.

*Pressure* Press the skin just enough to deform the skin contour using the index finger.

*Pinprick* Prick the skin with a neurotip, maintaining even pressure.

*Temperature* Touch the skin with the side of one of two test tubes, one filled with hot water, one filled with cold water (use the sides, not the bases of the test tubes). Apply hot and cold tubes in random order.

*Tactile localisation* Only test those areas on which the patient has scored 2 on the pressure section. Record all others as 9. Repeat the pressure test with the index fingertip coated with talcum powder to mark the spot touched and ask the patient to point to the exact spot that has been touched. If communication permits, the test may be combined with the pressure test. 2cm of error are allowed.

*Bilateral Simultaneous Touch* Touch corresponding sites on one or both sides of the body using the fingertips and ask the patient to indicate if both or one (and which) have been touched. Only test those items on which patient has scored 2 on pressure section. Record all others as 9.

**Equipment required:** Blindfold, cotton wool ball, Neurotip, two test tubes, hot and cold water, talcum powder.



### Kinaesthetic Sensations

All three aspects of movement are tested: appreciation of movement, its direction and accurate joint position sense are assessed simultaneously. The limb on the affected side of the body is supported and moved by the examiner in various directions but movement is only at one joint at a time. The patient is asked to mirror the change of movement with the other limb. Three practice movements are allowed before blindfolding.

The upper limb is tested in sitting, and the lower lying supine.

#### Scoring

0	<i>Absent</i>	No appreciation of movement taking place.
1	<i>Appreciation of movement taking place</i>	Patient indicates on each movement that a movement takes place but the direction is incorrect.
2	<i>Direction of movement sense</i>	Patient is able to appreciate and mirror the direction of the test movement taking place each time, but is inaccurate in its new position.
3	<i>Joint Position sense</i>	Accurately mirrors the test movement to within 10° of the new test position
9	<i>Unable to test</i>	

**Equipment required:** Blindfold.

### Stereognosis

The object is placed in the patient's hand for a maximum of 30 seconds. Identification is by naming, description or by pair-matching with an identical set. Affected side of the body is tested first. The object may be moved around the affected hand by the examiner.

#### Scoring for each object

2	<i>Normal</i>	Item is correctly named or matched.
1	<i>Impaired</i>	Some features of object identified or attempts at descriptions of objects.
0	<i>Absent</i>	Unable to identify the object in any manner.
9	<i>Unable to test</i>	

**Equipment required:** Blindfold, 2p coin, 10p coin, 50p coin, biro (score 2 if labelled "pen"), pencil, comb, scissors, sponge, flannel (score 2 if labelled "cloth" or "face cloth"), cup, glass (score 2 if labelled "beaker").

REVISED NOTTINGHAM SENSORY ASSESSMENT

Name ..... Examiner .....

Patient code ..... Side of body affected: RIGHT / LEFT / BOTH / NEITHER

Date of Stroke ..... Date of Assessment .....

TACTILE SENSATION												PROPRIOCEPTION
Regions of the body	Light touch		Temperature		Pinprick		Pressure		Tactile Localisation		Bilateral simultaneous touch	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R		
Face												
Trunk												
Shoulder												
Elbow												
Wrist												
Hand												
Hip												
Knee												
Ankle												
Foot												

STEREONOISIS

10p Coins       Bin       Comb       Sponge       Cup

2p Coins       Pencil       Scissors       Funnel       Glass

50p Coins

COMMENTS: e.g. oedema or bruising present, TEDS, presence of reflexes

KEY

0 Absent

1 Impaired

2 Normal

9 Unable to test

KEY - Proprioception

0 Absent

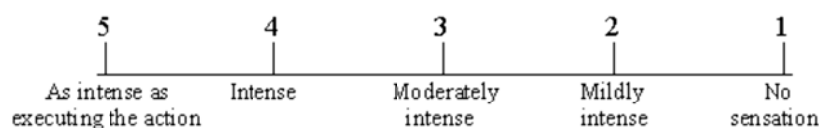
1 Appreciation of Movement (wrong direction)

2 Direction of movement ( $\pm 10$  degrees)

3 Joint Position Sense ( $\pm 10$  degrees)

9 Unable to test



ANNEX 4. *Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)***Motor imagery descriptors and scales****Visual imagery scale****Kinesthetic imagery scale**

<u>KVIQ-20</u>	<u>Movements</u>	<u>KVIQ-10</u>
1V    1K	Neck flexion/extension	
2V    2K	Shoulder shrugging	
3Vnd    3Knd	Forward shoulder flexion	3Vnd    3Knd
4Vd    4Kd	Elbow flexion	
5Vd    5Kd	Thumb to finger tips	5Vd    5Kd
<i>*Repeat #3, #4, #5 on the other side</i>		
6V    6K	Forward trunk flexion	6V    6K
7Vnd    7Knd	Knee extension	
8Vd    8Kd	Hip abduction	8Vd    8Kd
9Vnd    9Knd	Foot tapping	9Vnd    9Knd
10Vd    10Kd	Foot external rotation	

*\* Repeat #7, #8, #9, #10 on the other side*

*d: dominant nd: non-dominant*

*\* For bilateral assessment of limb movements*

**Adaptació KVIQ per avaluació de l'extremitat superior**

1. Visual i Cinestèsic: Encongiment d'espatlles (munyó)
2. Visual i Cinestèsic: Flexió anterior d'espatlla
3. Visual i Cinestèsic: Flexió de colze
4. Visual i Cinestèsic: Oposició de polze cap a puntes dels dits

*\*Tots els ítems amb avaluació bilateral.*



**ANNEX 5. Comitè Ètic de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol**





# Germans Trias i Pujol Hospital

## Comitè Ètic d'Investigació Clínica

Crta. De Canyet, s/n  
08916 Badalona  
Tel. 93-497.89.56  
Fax 93-497.89.74  
E-mail: ceic.germanstrias@gencat.cat

A/A: Dra. M<sup>a</sup> José Durà Mata  
Servei de Rehabilitació i Medicina Física  
Hospital U. Germans Trias i Pujol  
08916 - Badalona

Fax:

CÓDI	ESCOESI	PROMOTOR	Servei de Rehabilitació i Medicina Física - HUGTIP / Universitat Internacional de Catalunya	REF. CEIC	AC-11-094
TÍTOL: La influència dels processos cognitius en la millora motora i sensitiva de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda. (Versió no consta)					
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dra. M <sup>a</sup> J. Durà Mata					

El Dr. Joan Costa Pagès, President del Comitè Ètic d'Investigació Clínica de l'Hospital Universitari  
Germans Trias i Pujol

### CERTIFICA

Que a la reunió de data 23 de setembre de 2011 es va aprovar l'estudi esmentat seguint els requisits  
establerts a la legislació vigent per tal que la decisió d'aquest Comitè sigui vàlida.

Que el CEIC compleix amb les normes de BPC (CPMP/ICH/135/95) tant pel que fa a la seva  
composició com pels seus PNTs i que la seva composició actual es la següent:

#### Presidente

Dr. Joan Costa i Pagès. Farmacologia Clínica

#### Vicepresidente

Dra. Pilar Giner Boya. Farmacia

#### Secretaria

Dra. Carme Balañá Quintero. Oncologia Médica (ICO)

#### Secretaria Técnica

Sra. Àngels Fortes Villegas

#### Vocales

Dr. S. Altimir Losada. Geriatria

Dra. B. Bayés Genís. Direcció Médica

Sra. A. Devesa Pradells. Enfermeria

Sra. I. Jiménez López. U.A.U.

Dra. A. López Andrés. Farmacologia Clínica

Dra. E. Montané Esteva. Farmacologia Clínica

Dr. A. Oriol Rocafiguera. Hematologia y Hemoterapia (ICO)

Dr. A. Palomo Nicolau. Psiquiatria. Centres Assistencials Dr. Emili Mira

Dr. J. Peláez de Loño. Inspecció Farmacéutica. Àrea 6

Dra. C. Ramo Tello. Neurologia

Dr. R. Romero González. Nefrologia

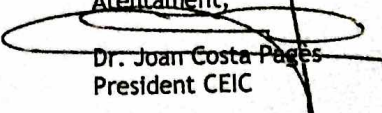
Dr. J. Romeu Fontanillas. Medicina Interna

Dr. M. Soler Obradors. Medicina Intensiva

Sra. A. Vega Santamaría. Enfermeria

Sr. A. Vitoria Gómez. Jurista

Atentament,

  
Dr. Joan Costa Pagès  
President CEIC



Germans Trias i Pujol Hospital  
Institut Català de la Salut

Comitè Ètic d'Investigació Clínica

Hospital Universitari Germans Trias i Pujol  
Badalona, 23 de març de 2012  
JCP/afv





**Germans Trias i Pujol**  
Hospital

**Comitè Ètic d'Investigació Clínica**

Crta. De Canyet, s/n  
08916 Badalona  
Tel. 93-497.89.56  
Fax 93-497.89.74  
E-mail: ceic.germanstrias@gencat.cat

**INFORME DEL COMITÈ ÈTIC D'INVESTIGACIÓ CLÍNICA**

El Dr. Joan Costa Pagès, President del Comitè Ètic d'Investigació Clínica de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol,

**C E R T I F I C A**

Que aquest Comitè ha avaluat la proposta del promotor Servei de Rehabilitació i Medicina Física - HUGTiP / Universitat Internacional de Catalunya per tal que sigui realitzat l'assaig clínic, codi de protocol ESCOESI titulat:

“La influència dels processos cognitius en la millora motora i sensitiva de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.” (Versió: no hi consta)

Full d'Informació al Pacient i Consentiment Informat (Versió: no hi consta)

i considera que:

Es compleixen els requisits necessaris d'adequació del protocol en relació amb els objectius de l'estudi i estan justificats els riscos i molèsties previsibles per al subjecte.

El procediment per obtenir el consentiment informat i el pla de reclutament de subjectes previst són adequats.


La capacitat de l'investigador i els mitjans disponibles són adequats per portar a terme l'estudi.

I que aquest Comitè accepta que l'esmentat estudi sigui realitzat al Hospital Universitari Germans Trias i Pujol per la Dra. M<sup>a</sup> J. Durà Mata del Servei d'REHABILITACIÓ I MEDICINA FÍSICA com a investigadora principal.

Signat a Badalona a 23 de setembre de 2011

Dr. Joan Costa Pagès



Germans Trias i Pujol Hospital  Institut Català de la Salut

Comitè Ètic d'Investigació Clínica



**Germans Trias i Pujol**  
Hospital

**Direcció mèdica**  
Ctra. De Canyet, s/n  
08916 Badalona

### CONFORMITAT DE LA DIRECCIÓ DEL CENTRE

El Dr. Jordi Ara del Rey, Director de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, i vista l'autorització del Comitè Ètic d'Investigació Clínica.

### CERTIFICA

Que coneix la proposta realitzada pel Servei de Rehabilitació i Medicina Física - HUGTiP / Universitat Internacional de Catalunya, per tal que sigui realitzat al nostre Centre l'assaig clínic titulat: "La influència dels processos cognitius en la millora motora i sensitiva de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.", codi de protocol: ESCOESI, versió: no hi consta, i que serà realitzat per la Dra. M<sup>a</sup> J. Durà Mata del Servei de REHABILITACIÓ I MEDICINA FÍSICA com a investigadora principal.

Que hi està d'acord amb el contracte econòmic signat en què s'especifiquen tots els aspectes econòmics d'aquest estudi. (si procedeix)

Que accepta la realització d'aquest al Centre.

Signat a Badalona a 23 de març de 2012

El Dr. Jordi Ara del Rey



**ANNEX 6. Full informatiu i consentiment informat pel participant de l'estudi**





**Germans Trias i Pujol**  
Hospital



**Institut Català**  
de la Salut

## **FULL D'INFORMACIÓ PEL PARTICIPANT**

### **La influència dels processos cognitius en la millora motora i sensitiva de l'extremitat superior en pacients amb ictus en fase subaguda.**

#### **Propòsit:**

És molt freqüent que la persona que ha sofert un ictus presenti dificultats per moure correctament el seu braç, la mà... Partint dels diferents coneixements científics sobre neurociències (plasticitat del sistema nerviós, sistema motor, etc...), en aquest estudi es proposa l'ús dels diferents processos cognitius (atenció, memòria, imatge mental,...), guiats pel terapeuta cap a les informacions del cos, com a estratègia, en els exercicis de fisioteràpia, per la recuperació dels moviments en l'extremitat superior en fase subaguda (a partir del 15è dia després de l'ictus).

#### **Procediments:**

El participant serà distribuït aleatòriament a un dels dos grups de tractament. Durant 10 setmanes, amb una freqüència de 3 cops/setmana, vostè haurà d'assistir al servei de Rehabilitació de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol per rebre tractament pels moviments alterats de l'extremitat superior. Aquest tractament consistirà en mobilitzar, seguint un protocol realitzat expressament per aquest estudi, l'espatlla, el colze, el canell i dits durant 30 minuts amb l'ajuda d'un fisioterapeuta. L'única diferència en el tractament entre els dos grups és que en el grup experimental es guiarà l'aspecte cognitiu (atenció, memòria...) durant aquests moviments. Es realitzaran 4 controls: al primer dia, al dia 35, a l'últim dia del tractament i al cap de 10 setmanes del final del període de tractament. Aquests valoraran l'estat motor de l'extremitat superior, l'estat sensitiu i/o cognitiu (aspectes de l'atenció, de la memòria, de la capacitat per realitzar imatges sobre el moviment...) mitjançant l'aplicació de les corresponents escales i testos.

#### **Malestars o riscos:**

Aquesta investigació no suposarà cap risc per a la vida ni per la seva salut ja que tant les mobilitzacions com el factor cognitiu són innocus i no presenten efectes secundaris.

#### **Beneficis:**

No hi ha repercussions personals ni econòmiques directes, independentment del grup al que pertanyi, però sí que la seva participació afavoreix a terceres persones, interesades en el desenvolupament de l'estudi, ajudant així a la investigació científica.

#### **Compromís de confidencialitat:**

Les dades recollides en els diferents controls així com de les sessions de fisioteràpia seran identificades per un codi i s'introduiran i guardaran únicament en un arxiu informàtic amb accés restringit pels membres de l'equip d'investigació. L'equip també es compromet a garantir la confidencialitat sobre la identitat de cada participant. Aquests procediments estan subjectes a la Llei Orgànica 15/1999 de protecció de dades de caràcter personal.

#### **Llibertat per retirar-se:**

El participant té completa llibertat per retirar-se en qualsevol moment de l'estudi sense que això afecti al seu dret a rebre tractament de fisioteràpia convencional per la seva patologia.

Pot demanar més informació o solucionar qualsevol dubte sobre la seva participació en aquest o en qualsevol moment al llarg de l'estudi.

A més, se li proporciona el telèfon de contacte del servei de Rehabilitació de l'Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti): 93 497 88 34.



**ANNEX 7. Hoja informativa y consentimiento informado para el participante del estudio**







## HOJA DE INFORMACIÓN POR EL PARTICIPANTE

### **La influencia de los procesos cognitivos en la mejora motora y sensitiva de la extremidad superior en pacientes con ictus en fase subaguda.**

**Propósito:** Es muy frecuente que la persona que ha sufrido un ictus presente dificultades para mover correctamente su brazo, la mano ... Partiendo de los diferentes conocimientos científicos sobre neurociencias (plasticidad del sistema nervioso, sistema motor, etc ...), en este estudio se propone el uso de los diferentes procesos cognitivos (atención, memoria, imagen mental, ...), guiados por el terapeuta hacia las informaciones del cuerpo, como estrategia, en los ejercicios de fisioterapia, para la recuperación de los movimientos en la extremidad superior en fase subaguda (a partir del 15<sup>o</sup> día después del ictus).

**Procedimientos:** El participante será distribuido aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento. Durante 10 semanas, con una frecuencia de 3 veces / semana, usted tendrá que asistir al servicio de Rehabilitación del Hospital Universitario Germans Trias i Pujol para recibir tratamiento por los movimientos alterados de la extremidad superior. Este tratamiento consistirá en movilizar, siguiendo un protocolo realizado expresamente para este estudio, el hombro, el codo, la muñeca y dedos durante 30 minutos con la ayuda de un fisioterapeuta. La única diferencia en el tratamiento entre los dos grupos es que en el grupo experimental se guiará el aspecto cognitivo (atención, memoria...) durante estos movimientos.

Se realizarán 4 controles: el primer día, al día 35, el último día del tratamiento y al cabo de 10 semanas del final del período de tratamiento. Estos valorarán el estado motor de la extremidad superior, el estado sensitivo y / o cognitivo (aspectos de la atención, de la memoria, de la capacidad para realizar imágenes sobre el movimiento ...) mediante la aplicación de las correspondientes escaleras y macetas.

**Molestias o riesgos:** Esta investigación no supondrá ningún riesgo para la vida ni por su salud ya que tanto las movilizaciones como el factor cognitivo son inocuos y no presentan efectos secundarios.

**Beneficios:** No hay repercusiones personales ni económicas directas, independientemente del grupo al que pertenezca, pero sí que su participación favorece a terceras personas, interesadas en el desarrollo del estudio, ayudando así a la investigación científica.

**Compromiso de confidencialidad:** Los datos recogidos en los diferentes controles así como de las sesiones de fisioterapia serán identificadas por un código y se introducirán y guardarán únicamente en un archivo informático con acceso restringido para los miembros del equipo de investigación. El equipo también se compromete a garantizar la confidencialidad sobre la identidad de cada participante. Estos procedimientos están sujetos a la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal.

**Libertad para retirarse:** El participante tiene completa libertad para retirarse en cualquier momento del estudio sin que ello afecte a su derecho a recibir tratamiento de fisioterapia convencional por su patología.

Puede pedir más información o solucionar cualquier duda sobre su participación en este o en cualquier momento a lo largo del estudio.

Además, se le proporciona el teléfono de contacto del servicio de Rehabilitación del Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti): 93 497 88 34.



**ANNEX 8. Carta para la participación de los expertos**

Estimado compañero,

Se ha puesto en práctica una propuesta de protocolo que pretende aproximarse a las premisas neurocognitivas de la rehabilitación del paciente neurológico. El objetivo actual es **debatir y consensuar la idoneidad, el diseño y la aplicación práctica del protocolo y plantear posibles mejoras para futuros estudios**. Por este motivo se lleva a cabo este panel de expertos.

Una vez familiarizado con la información que se le proporcionará, se le pedirá opinión y una valoración sobre el protocolo a través de un cuestionario *on-line* para facilitar el trámite. La realización del cuestionario tendrá como duración aproximada 1 hora, con una fecha asignada de finalización de la evaluación después de 10 días de recibir un correo electrónico con un enlace que le da acceso personalizado a toda la información y al mismo cuestionario. Se le pide responder al correo electrónico recibido con el enlace para confirmar su buena entrega y la comprensión correcta de la tarea. Observará que la documentación adjuntada consta del protocolo de actuación (Documento 1) y de un artículo que informa sobre los resultados obtenidos en el estudio piloto llevado a cabo con la aplicación del mismo protocolo (Documento 2). Como complemento, se indican documentos anexos que usted puede consultar si lo considera oportuno.

Una vez realizada esta primera evaluación, si es necesario, existirán otras con el objetivo de consensuar las opiniones en referencia al protocolo. Usted no tendrá conocimiento sobre los integrantes del resto del panel, pudiendo tener contacto únicamente con el administrador de la valoración.

Agradeciéndole por adelantado su colaboración en este proyecto y quedando a su disposición para cualquier aclaración.

Un saludo,

*Laia Sallés Oller*

13 Febrero 2015



**ANNEX 9. Qüestionari panell d'experts ronda 1**



# Panel de Expertos AC-11-094

\*Obligatorio

## 0. Datos de registro

---

1. Número de registro \*

.....

## 1. Fase Preliminar

---

2. 1.1. La fase preliminar es necesaria.

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

## 2. Fase de Intervención

---

- 2.1. Temporalización de la intervención

3. 2.1.1. Las 10 semanas de intervención terapéutica es tiempo suficiente para esperar obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

4. 2.1.1.1. Si no está de acuerdo, indique el tiempo que considere oportuno y justifíquelo:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



5. **2.1.2. El número de sesiones semanales durante la intervención terapéutica es suficiente para obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

6. **2.1.2.1. Si no está de acuerdo, indique el número que considere oportuno y justifíquelo:**

.....

.....

.....

.....

.....

7. **2.1.3. El tiempo de dedicación de cada sesión es suficiente para obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

8. **2.1.3.1. Si no está de acuerdo, indique el tiempo que considere oportuno y justifíquelo:**

.....

.....

.....

.....

.....

9. **2.1.4. El número de evaluaciones realizadas a lo largo del estudio es suficiente para obtener información clara sobre la evolución del paciente.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

10. **2.1.4.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y proponga un número de evaluaciones:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

11. **2.1.5. El tiempo establecido entre cada una de las evaluaciones y, por tanto, el momento en que se producen, es adecuado para observar cambios en la evolución del estado del paciente.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

12. **2.1.5.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y proponga unos intervalos de tiempo más adecuados:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.2. Distribución de la sesión

13. **2.2.1. La sesión terapéutica debe llevarse a cabo de forma individual para cada paciente de cada grupo.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

14. **2.2.2. El trabajo realizado con informaciones cinestésicas es adecuado para incidir en las diferentes articulaciones de la extremidad superior y sus grados de movimiento.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

15. **2.2.3. El trabajo realizado con informaciones táctiles es necesario para permitir adecuar los ejercicios a las particularidades de la mano (capacidad de interacción con el objeto).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

16. **2.2.4. La distribución de los 30 minutos que dura cada sesión es adecuado para trabajar las diferentes partes de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

17. **2.2.4.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y proponga otra distribución:**

.....

.....

.....

.....

.....

18. **2.2.5. La gestión del fisioterapeuta sobre el tiempo de trabajo permite una mayor flexibilidad y adecuación de la intervención terapéutica en cada paciente.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

19. **2.2.6. Las posiciones del paciente establecidas en el estudio para recibir la intervención terapéutica son adecuadas.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

20. **2.2.7. Las posiciones del fisioterapeuta establecidas en el estudio para realizar la intervención terapéutica son adecuadas.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

## **2. Fase de Intervención**

---

2.3. Instrumentos de evaluación:

21. **2.3.1. La escala MESUPES es adecuada para valorar la funcionalidad y calidad del movimiento de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

22. **2.3.1.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga otro instrumento de evaluación:**

.....

.....

.....

.....

.....

23. **2.3.2. El test "Motricity Index" es adecuado para valorar la función motora (fuerza muscular) de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

24. **2.3.2.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga otro instrumento de evaluación:**

.....

.....

.....

.....

.....

25. **2.3.3. La escala RNSA es adecuada para valorar la función sensitiva de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

26. **2.3.3.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga otro instrumento de evaluación:**

.....

.....

.....

.....

.....

27. **2.3.4. El test K-ViQ es adecuado para valorar la función cognitiva de la imagen del movimiento de la extremidad superior.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

28. **2.3.4.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga otro instrumento de evaluación:**

.....

.....

.....

.....

.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.4. Condiciones ambientales:

29. **2.4.1. Las condiciones ambientales permiten aplicar correctamente y con garantías una intervención de tipo neurocognitivo.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

30. **2.4.1.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga modificaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.5. Criterios de selección de los ejercicios en función del estado del paciente:

31. **2.5.1. Los valores obtenidos de la escala MESUPES-Arm permiten establecer adecuadamente la tarea según la capacidad motora funcional del paciente (relación observación- intervención en grado 1, 2 o 3).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

32. **2.5.1.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga modificaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

33. **2.5.2. Los valores obtenidos de la escala MESUPES-Hand permiten establecer adecuadamente la tarea según la capacidad motora funcional del paciente (relación observación - intervención en grado 1, 2 o 3).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

34. **2.5.2.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga modificaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

35. **2.5.3. Los valores obtenidos de la escala RNSA-cinestesia permiten establecer adecuadamente la tarea según el nivel sensitivo del paciente (relación observación - tarea de discriminación).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

36. **2.5.3.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga modificaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

37. **2.5.4. Los valores obtenidos de la escala RNSA-Táctil permiten establecer adecuadamente la tarea según el nivel sensitivo del paciente (relación observación - tarea de discriminación).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

38. **2.5.4.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga modificaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....



39. **2.5.5. La jerarquía en las tareas de discriminación permite elegir la dificultad del ejercicio más adecuada a las capacidades de cada paciente al inicio de la intervención permitiendo una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

40. **2.5.6. La jerarquía en las tareas de discriminación establecida es fácilmente reproducible por diferentes terapeutas (ejecutores del protocolo).**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

41. **2.5.7. La jerarquía en las tareas de discriminación permite cambiar y evolucionar, en todo momento, hacia una tarea más adecuada a las capacidades de cada paciente permitiendo una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

42. **2.5.8. Los 3 niveles de discriminación de las tareas propioceptivas son claros y progresivos.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

43. **2.5.8.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga cambios, si lo estima oportuno:**

.....

.....

.....

.....

.....

44. **2.5.9. Los 3 niveles de discriminación de las tareas táctiles son claros y progresivos.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

45. **2.5.9.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga cambios, si lo estima oportuno:**

.....

.....

.....

.....

.....

46. **2.5.10. La capacidad del fisioterapeuta para utilizar lo que observa en el paciente a lo largo de las sesiones (evaluación cualitativa) es útil para precisar, en todo momento, el nivel de la tarea y / o la modalidad de su ejecución.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

47. **2.5.11. La adecuación constante del nivel de dificultad a través de la evaluación cualitativa permite una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

48. **2.5.12. El factor de estudio (aspecto cognitivo) permite diferenciar claramente la propuesta de intervención terapéutica entre los dos grupos del estudio.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

49. **2.5.13. Los elementos del factor de estudio (problema, aprendizaje, lenguaje, feedback ...) aplicados al GE están bien fundamentados en la evidencia científica para ser considerado en un abordaje neurocognitivo.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

50. **2.5.14. En referencia al elemento 1 "Propuesta de un Problema", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

51. **2.5.15. En referencia al elemento 2 "Estrategias cognitivas del Sistema de Neuronas Espejo", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

52. **2.5.16. En referencia al elemento 3 "Activación guiada de los procesos cognitivos", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

53. **5.2.17. En referencia al elemento 4 "Aprendizaje", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

54. **2.5.18. En referencia al elemento 5 "Lenguaje del terapeuta como guía", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

55. **2.5.19. En referencia al elemento 6 "Feedback de ejecución y de resultados", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

56. **2.5.20. En referencia al elemento 7 "Ejercicio como experiencia", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.6. Modalidad de ejecución del ejercicio:

57. **2.6.1. La inclusión en el ejercicio de contenidos motores, sensitivos y cognitivos permite considerar los aspectos del control motor en la práctica clínica e incidir mejor en la recuperación del movimiento.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

58. **2.6.2. Observación de la acción: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

59. **2.6.2.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga cambios en relación a la utilización de la observación, si lo estima oportuno:**

.....

.....

.....

.....

.....

60. **2.6.3. Imitación de la acción: las modalidades de uso indicadas son adecuadas y cubren las situaciones terapéuticas más frecuentes.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

61. **2.6.3.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga cambios en relación a la utilización de la imitación, si lo estima oportuno:**

.....

.....

.....

.....

.....

62. **2.6.4. Anticipación o imagen motora: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

63. **2.6.4.1. Si no está de acuerdo, aporte su opinión y / o proponga cambios en relación la utilización de la anticipación, si lo cree oportuno:**

.....

.....

.....

.....

.....



**ANNEX 10. Qüestionari panell d'experts ronda 2**





# Panel de Expertos AC-11-094 (segunda RONDA)

\*Obligatorio

## 0. Datos de registro

---

### 1. Número de registro \*

.....

## 1. Fase Preliminar

---

### 2. 1.1. La fase preliminar es necesaria.

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 8,33 / 8,33 / 83,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

## 2. Fase de Intervención

---

### 2.1. Temporalización de la intervención

### 3. 2.1.1. Las 10 semanas de intervención terapéutica es tiempo suficiente para esperar obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [8,33 / 8,33 / 8,33 / 58,33 / 16,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“Depende de la gravedad de la lesión. Cuando hablo de gravedad me refiero a la localización y extensión de la lesión y también a su manifestación clínica que incluye parámetros motores, sensitivos y cognitivos”.

“En mi experiencia clínica he observado siempre cambios significativos en aspectos sensitivos y cognitivos (observación de la acción en tercera persona, comprensión de la intención e imitación de una acción observada en una tercera persona o en la parte homóloga del mismo paciente, anticipación e imaginación del movimiento de la E.S. en primera persona) del paciente en 10 semanas de tratamiento, mientras que cambios significativos en el movimiento se pueden dar tras periodos más largos de recuperación, hasta 6 meses, siempre que el tipo de intervención implique lo descrito en el protocolo”.

“Es probable que lesiones más amplias necesiten de la reconstrucción/reorganización del sistema de las neuronas espejo occipito-parieto-frontal y que éste, por su complejidad y extensión, requiera más de 10 semanas de intervención”.

“Hay que tener en cuenta que cada paciente parte de una situación diferente, pero bajo mi experiencia (que quizás no ha sido a menudo con pacientes agudos) diez semanas quizás es suficiente para empezar a ver mejorías en el movimiento en relación a la normalización del tono y la eliminación de movimientos indeseados (tales como irradiaciones y compensaciones). Me parece un tiempo justo para encontrar mejorías en relación a movimientos más refinados que involucren la coordinación de las articulaciones distales y proximales, así como la organización de una buena presa y manipulación de los objetos (en para esta finalidad, creo que podríamos establecer como necesarias unas 12-14 semanas para empezar a notar mejorías en estos aspectos)”.

“Lo alargaría un poco más para que pacientes que tardan más tiempo en comenzar a reflejar las mejorías (que por la plasticidad cerebral estamos consiguiendo) no parezca que no mejoren con el tratamiento (sobre todo pueden tardar más pacientes crónicos y heminegligentes). 16 semanas. No me quedan claros los criterios de inclusión o exclusión”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Se entiende que 10 semanas puedan parecer pocas o insuficientes pero sólo comentar que a nivel logístico se ha debido plantear un tiempo considerado suficiente para trabajar y conseguir el objetivo terapéutico pero siendo a su vez consciente que no era el más deseado. Es decir, buscar un equilibrio. Importante aclarar cuando se considera mejoría del movimiento (sin hablar de mejoría significativa a nivel estadístico): pensando que ésta se va evaluar en el estudio mediante la escala MESUPES, debemos considerar que un cambio favorable puede darse también en sus valores bajos (0, 1 o 2), que hacen referencia al tono muscular (con ejecución pasiva). Si consultáis la escala, los valores 3, 4 y 5 eran los activos. Por último, este estudio se enmarca con pacientes subagudos (de 15 días a 3 meses), donde la heminegligencia es un criterio de exclusión.

**4. 2.1.1.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

5. **2.1.2. El número de sesiones semanales durante la intervención terapéutica es suficiente para obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 66,67 / 33,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

6. **2.1.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

7. **2.1.3. El tiempo de dedicación de cada sesión es suficiente para obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 25,00 / 0,00 / 66,67 / 8,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

"30 minutos me parecen muy justos, propondría de 45 a 55 minutos (si hiciera falta con algunos minutos más de descanso, además en mi práctica clínica ocurre que en los descansos es donde el paciente puede preguntar dudas, o proporcionar información relativa al ejercicio y a la rehabilitación que pueden ser de ayuda para la modificación del tratamiento o ejercicios".

"Me parece muy adecuado la distinción del tiempo entre ES proximal y distal (y que se dedique tiempo a ambas partes ya desde un inicio), aunque creo que no debería establecerse a la par (15' vs 15') en todas las semanas de tratamiento (a lo mejor al principio es conveniente dedicar 5 minutos más a las zonas proximales y ampliar el tiempo de las zonas distales a medida que pasan las semanas".

"Creo que debería ser un poco más de tiempo. Unos 40 o 45 minutos como mínimo.

"45 min"

"Considero tiempo más apropiado 45 minutos".

"Es por la tardanza en la explicación de los ejercicios y el entendimiento de los mismos por los pacientes, donde el fisioterapeuta puede ir más tranquilo en el tratamiento"

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Completamente de acuerdo con vuestros comentarios. La elección de los 30 minutos se debió también a causas logísticas, siempre pero considerando que era tiempo suficiente para poder trabajar y conseguir objetivos, y, a la vez, siendo consciente que cuanto más tiempo (sin exceder la hora), mejor.

En relación al comentario sobre la distribución de 15+15minutos, esto sería otro ítem planteado. De todas formas, la aportación es muy válida, aunque nuestra elección ya contempló dar flexibilidad al terapeuta para que pudiera gestionar su tiempo, entre las varias articulaciones aun estando, por ejemplo, en las articulaciones grandes. La equivalencia de tiempo entre zonas grandes y la mano es debida a que las zonas grandes son 3 (hombro-codo-muñeca) en comparación con la mano, aunque en ésta se deben aportar ejercicios distintos, no sólo con informaciones cinestésicas sino táctiles. De todas formas, sí que es importante considerar que, por ejemplo, en el caso de un paciente que presente un alto nivel en la zona proximal, se podría añadir un apunte en el protocolo en que el tiempo no usado, por innecesario, para el trabajo de las articulaciones grandes se pueda destinar a la zona distal. El riesgo es que entonces se pierda la homogeneización del estudio ya que sería parecido a decir que el terapeuta se reparta los 30 minutos bajo su criterio. Esto está bien a nivel clínico pero en el ámbito científico es más difícil.

**8. 2.1.3.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

9. **2.1.4. El número de evaluaciones realizadas a lo largo del estudio es suficiente para obtener información clara sobre la evolución del paciente.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 16,67 / 75,00]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“Entre la evaluación de la sesión 6 y la de las 10 semanas pasa mucho tiempo, yo propondría otra evaluación a las 5 semanas, quedando así 5 evaluaciones”.

“Me parece una buena distribución”.

“Me parece muy importante la cuarta evolución para observar el resultado a más largo plazo”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

En relación al primer comentario diría que hay una confusión. La evaluación No se produce en la sesión 6 (que sería de muy buen inicio, y por lo tanto, normal que se considere que pasa mucho tiempo entre la evaluación 2 y la 3ª a las 10 semanas), sino que la 2ª evaluación tiene lugar durante la SEMANA 6. Es decir, el participante ha pasado A1 al inicio del tratamiento, realiza tratamiento durante 5 semanas para pasar A2 en la semana 6, y después realiza tratamiento desde la semana 6 hasta finalizar con la semana 10 entera, donde se realiza la 3ª y se le da el alta. Después, al cabo de 10 semanas de haber finalizado el tratamiento, se le vuelve a citar para realizar A4.

El A4, como bien comentáis, es importante para evaluar si se mantiene el aprendizaje o bien, si incluso los valores aumentan, o al contrario, empeora con el tiempo y al no realizar tratamiento.

10. **2.1.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

11. **2.1.5. El tiempo establecido entre cada una de las evaluaciones y, por tanto, el momento en que se producen, es adecuado para observar cambios en la evolución del estado del paciente.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 58,33 / 33,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

"Ver comentario anterior".

**Aportaciones de la investigadora principal:**

El mismo experto que planteaba la duda sobre las 6 sesiones evidentemente respondía lo mismo en este ítem. Ok, pero espero que lo haya podido aclarar con mis comentarios.

De todas formas, este es el ítem donde se cuestiona sobre la idoneidad de los tiempos o intervalos entre las evaluaciones, y por tanto, la dudas sobre si es mucho tiempo o no entre evaluaciones, se refiere a aquí, mientras que en el ítem anterior sólo se pregunta sobre si el número de evaluaciones (4) son adecuadas.

12. **2.1.5.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.2. Distribución de la sesión

13. **2.2.1. La sesión terapéutica debe llevarse a cabo de forma individual para cada paciente de cada grupo.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 8,33 / 91,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

14. **2.2.2. El trabajo realizado con informaciones cinestésicas es adecuado para incidir en las diferentes articulaciones de la extremidad superior y sus grados de movimiento.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

15. **2.2.3. El trabajo realizado con informaciones táctiles es necesario para permitir adecuar los ejercicios a las particularidades de la mano (capacidad de interacción con el objeto).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 33,33 / 66,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo

16. **2.2.4. La distribución de los 30 minutos que dura cada sesión es adecuado para trabajar las diferentes partes de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 33,33 / 0,00 / 50,00 / 16,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo  
 En desacuerdo  
 Indiferente  
 De acuerdo  
 Muy de acuerdo



**Aportaciones de los expertos:**

“Al principio creo que 30 minutos es suficiente pero a medida que pasan las sesiones se puede llegar a trabajar 60 minutos. Propondría 60 a partir de la mitad del tratamiento”.

“Me remito a lo referenciado anteriormente...”

“30 minutos me parecen muy justos, propondría de 45 minutos (si hiciera falta con algunos minutos más de descanso) así en una misma sesión se pueden abordar distintas partes de la ES y ponerlas en relación (que bajo mi punto de vista es lo que hace aprender verdaderamente al paciente).

“Como he comentado anteriormente aumentaría el tiempo como máximo a 45 minutos debido a los posibles problemas que puede encontrar el terapeuta a nivel de gestionar las alteraciones cognitivas del paciente”.

“Creo que es escaso mejor 45 min (dependería de la gravedad del paciente y de su evolución)”

“De nuevo, el tiempo es algo insuficiente, creyendo que 45 minutos podrían aportar mejor trabajo e ir sin prisas, aunque el paciente tarde en comprender los ejercicios”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

No era intención de este ítem preguntar sobre si la cantidad en minutos de tiempo era suficiente o no (aspecto preguntado ya con anterioridad), sino que se pretendía conocer la opinión sobre su distribución. Es decir, contando que tenemos 30 minutos, ¿están bien repartidos? Podéis hacer aportaciones escritas. Por ejemplo, en el caso que en el anterior ítem sobre la cantidad seguís planteando un aumento de tiempo, por ejemplo de 45 min, comentad cómo los distribuiríais...

**17. 2.2.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

**18. 2.2.5. La gestión del fisioterapeuta sobre el tiempo de trabajo permite una mayor flexibilidad y adecuación de la intervención terapéutica en cada paciente.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 33,33 / 66,67]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

19. **2.2.6. Las posiciones del paciente establecidas en el estudio para recibir la intervención terapéutica son adecuadas.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 50,00 / 50,00]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

20. **2.2.7. Las posiciones del fisioterapeuta establecidas en el estudio para realizar la intervención terapéutica son adecuadas.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 33,33 / 66,67]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

## 2. Fase de Intervención

---

### 2.3. Instrumentos de evaluación:

21. **2.3.1. La escala MESUPES es adecuada para valorar la funcionalidad y calidad del movimiento de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 8,33 / 16,67 / 75,00]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

#### Aportaciones de los expertos:

“Se trata de una escala que personalmente no conocía, y no he utilizado nunca, pero me parece muy interesante. Algunos de los ítems como la capacidad de extensión de la muñeca, tienen valor pronóstico. Podría ser interesante validarla con esta intención”.

#### Aportaciones de la investigadora principal:

Si, es otro proyecto. La verdad es que está siendo menos usada de lo que pienso debería, pero es cierto que existe una gran cantidad de escalas sobre la funcionalidad bien establecidas que hacen difícil que se pueda introducir en los hábitos diarios de la práctica clínica. Su valor añadido es que considera la calidad de la ejecución.

22. **2.3.1.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

23. **2.3.2. El test "Motricity Index" es adecuado para valorar la función motora (fuerza muscular) de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 8,33 / 41,67 / 50,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

"Estoy de acuerdo en la razón por la que se elige y es cierto que por su sencillez la usamos todos...pero en realidad no tiene en cuenta ni el tono muscular, ni reacciones reflejas.... por ejemplo, la fuerza en la presión es muy poco útil si el paciente no recupera la capacidad de "soltar".

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Completamente de acuerdo. Pero al aplicar también la escala MESUPES que ya contempla la calidad pero siendo ésta, como acabamos de comentar, poco conocida, para el parámetro de la fuerza muscular optamos por escoger, en este caso, un test más conocido aunque nos "gustara" menos en su aplicación, pero así nos acercábamos un poco a lo que se aplica habitualmente en el mundo rehabilitador.

24. **2.3.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

25. **2.3.3. La escala RNSA es adecuada para valorar la función sensitiva de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 58,33 / 41,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

26. **2.3.3.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

27. **2.3.4. El test K-ViQ es adecuado para valorar la función cognitiva de la imagen del movimiento de la extremidad superior.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 8,33 / 41,67 / 50,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“Añadiría que en caso de pacientes neurológicos que puedan iniciar dichos movimientos pero con alteración del específico motor (que por realizarlos en el lado pléjico aumente la reacción exagerada al estiramiento, la irradiación anormal o las compensaciones) también deben realizar los movimientos con el lado “sano” y después imaginarlo en el lado afecto para no reforzar el aprendizaje de las compensaciones o patrones de movimientos alterados ni la imagen del movimiento patológico”.

“Se trata de otra escala que no conocía, y que también trataré de usar a partir de ahora. Hasta ahora yo he utilizado dos ejemplos para valorar la capacidad de imaginar y sentir de forma casera, y de entrenar de alguna forma al paciente:

-“imagine un limón” (ver si nota salivación)

-“imagine una playa” (si describe una imagen.. aprovecho para guiar hacia sensaciones...calor..ruido..roce arena)”

**Aportaciones investigadora principal:**

En relación al primer comentario, siempre se iniciaba la evaluación con la ejecución e imagen de los movimientos en el lado sano, adecuando el nivel motor al establecido en el tratamiento con el paciente, es decir, si el paciente estaba trabajando en grado 1/ pasivo, se planteaba la escala con el mismo. De esta forma, se intentaba, en primer lugar, evitar problemas de comprensión cuando debía hacerlo con el afectado y en segundo lugar, evitar la aparición de estos movimientos patológicos en la imagen. Aunque la escala no lo especifique, yo le hacía describir lo que estaba imaginando para poder asegurarme qué y cómo lo estaba contemplando.

**28. 2.3.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.4. Condiciones ambientales:

**29. 2.4.1. Las condiciones ambientales permiten aplicar correctamente y con garantías una intervención de tipo neurocognitivo.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 8,33 / 33,33 / 58,33]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

30. **2.4.1.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

## **2. Fase de Intervención**

---

2.5. Criterios de selección de los ejercicios en función del estado del paciente:

31. **2.5.1. Los valores obtenidos de la escala MESUPES-Arm permiten establecer adecuadamente la tarea según la capacidad motora funcional del paciente (relación observación- intervención en grado 1, 2 o 3).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

32. **2.5.1.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

33. **2.5.2. Los valores obtenidos de la escala MESUPES-Hand permiten establecer adecuadamente la tarea según la capacidad motora funcional del paciente (relación observación - intervención en grado 1, 2 o 3).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

34. **2.5.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

35. **2.5.3. Los valores obtenidos de la escala RNSA-cinestesia permiten establecer adecuadamente la tarea según el nivel sensitivo del paciente (relación observación - tarea de discriminación).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

36. **2.5.3.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

37. **2.5.4. Los valores obtenidos de la escala RNSA-Táctil permiten establecer adecuadamente la tarea según el nivel sensitivo del paciente (relación observación - tarea de discriminación).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 50,00 / 50,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

38. **2.5.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

39. **2.5.5. La jerarquía en las tareas de discriminación permite elegir la dificultad del ejercicio más adecuada a las capacidades de cada paciente al inicio de la intervención permitiendo una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 41,67 / 58,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

40. **2.5.6. La jerarquía en las tareas de discriminación establecida es fácilmente reproducible por diferentes terapeutas (ejecutores del protocolo).**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 41,67 / 58,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

41. **2.5.7. La jerarquía en las tareas de discriminación permite cambiar y evolucionar, en todo momento, hacia una tarea más adecuada a las capacidades de cada paciente permitiendo una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo



42. **2.5.8. Los 3 niveles de discriminación de las tareas propioceptivas son claros y progresivos.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 33,33 / 58,33]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“los niveles propuestos sí pero faltarían otros niveles más complejos aún que son la discriminación de presiones y del peso”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Sí, se contempla la posibilidad de añadir otro tipo de información, pero en concreto, en el ítem se pregunta sobre los niveles de discriminación en relación a las tareas propioceptivas propuestas (cinestesia), para conocer si éstos son claros.

43. **2.5.8.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

44. **2.5.9. Los 3 niveles de discriminación de las tareas táctiles son claros y progresivos.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 33,33 / 66,67]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

45. **2.5.9.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

46. **2.5.10. La capacidad del fisioterapeuta para utilizar lo que observa en el paciente a lo largo de las sesiones (evaluación cualitativa) es útil para precisar, en todo momento, el nivel de la tarea y / o la modalidad de su ejecución.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

47. **2.5.11. La adecuación constante del nivel de dificultad a través de la evaluación cualitativa permite una aplicación más precisa del protocolo del estudio.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 16,67 / 83,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

48. **2.5.12. El factor de estudio (aspecto cognitivo) permite diferenciar claramente la propuesta de intervención terapéutica entre los dos grupos del estudio.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

49. **2.5.13. Los elementos del factor de estudio (problema, aprendizaje, lenguaje, feedback ...) aplicados al GE están bien fundamentados en la evidencia científica para ser considerado en un abordaje neurocognitivo.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 25,00 / 75,00]

Marca solo un óvalo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

50. **2.5.14. En referencia al elemento 1 "Propuesta de un Problema", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:** En general se han destacado dos aspectos:

La activación de los procesos cognitivos generada por el problema, siendo éstos básicos para el aprendizaje.

La jerarquía de tareas para permitir adaptarse al estado del paciente.

**PUNTOS DÉBILES:**

Se necesita la habilidad del terapeuta para saber plantear y modificar el problema en todo momento.

Factores como el aburrimiento, las distracciones pueden influir en la "implicación" cognitiva del paciente.

**Aportaciones investigadora principal:**

Ciertamente las capacidades del fisioterapeuta para plantear y guiar al paciente son básicas en este tipo de abordaje. De aquí, que este aspecto se tuvo muy en cuenta en la fase previa a la ejecución del estudio piloto mediante la formación de los terapeutas en el ETC, con un curso introductorio y con sesiones prácticas sobre la jerarquía de tareas. También el terapeuta ha tenido la posibilidad de plantear dudas durante todo el estudio. Incluso así, la posible falta de experiencia, también se ha previsto suplir, quizás parcialmente, con la sí dilatada experiencia del evaluador (en este caso yo misma), quien realizaba las evaluaciones y era quien realmente pautaba y controlaba el nivel de tarea con su modalidad de ejecución.

También las condiciones ambientales establecidas en el protocolo pretendían evitar las distracciones o aspectos que perjudicaran la atención del paciente durante las tareas. En relación a la motivación, ciertamente es un factor difícil de controlar pero destacaría dos aspectos: todos los pacientes asistían voluntariamente a la sesión (después de dar su consentimiento) y en los resultados del estudio piloto se puede observar el alto porcentaje de adherencia al tratamiento presentado (superior al 90%).

51. **2.5.15. En referencia al elemento 2 "Estrategias cognitivas del Sistema de Neuronas Espejo", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:**

Estrategias con base sólida científica.

Permite activar la organización cortical del movimiento en fases iniciales, consiguiendo activaciones de las áreas cerebrales que realizan dichos movimientos, destacando el rol en el aprendizaje motor. También importante para facilitar la comprensión del ejercicio.

**PUNTOS DÉBILES:**

Dificultades para el paciente para usar la imagen; se precisa tiempo y también la habilidad o experiencia del terapeuta.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Ciertamente las dificultades están pero se han intentado limitar con las explicaciones o ejemplos. No sólo debemos pensar en la imagen sino también por ejemplo, en la observación de la acción, estrategia más fácil de aplicar, de manera que es una forma más sutil de empezar a introducir al paciente. En relación a la habilidad del terapeuta, estoy de acuerdo, y de aquí la formación previa en este ámbito para los terapeutas que debían realizar la intervención. La modalidad de aplicación era indicada por el evaluador experto (yo misma). Por últimos, los resultados obtenidos con la aplicación del protocolo indican que todos los pacientes fueron capaces de utilizar la imagen.

Los pacientes muy graves están excluidos (ver criterios de selección)

52. **2.5.16. En referencia al elemento 3 "Activación guiada de los procesos cognitivos", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:**

La activación guiada de los procesos cognitivos aumenta la percepción del paciente y el entendimiento del movimiento de su propio cuerpo y en terceras personas. La guía permite adecuar la dificultad de su activación para utilizar al máximo estos procesos para la mejora del paciente y su aprendizaje (zona de desarrollo próximo), a través de una correcta reorganización del sistema nervioso central tras la lesión.

**PUNTOS DÉBILES**

Necesidad de formación / habilidad del terapeuta para saber guiar los procesos y adecuar la dificultad.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

En relación a la habilidad, iría concorde a lo comentado anteriormente sobre la formación previa recibida y sobre el control por mi parte (evaluador) en la elección de la intervención. Por otro lado, justamente, el protocolo propuesto y en concreto, la jerarquía de tareas podría verse como una forma de facilitar al profesional más inexperto la puesta en práctica mediante este abordaje, sin tener que verlo como algo tan difícil (aunque lo sea en verdad).

**53. 5.2.17. En referencia al elemento 4 "Aprendizaje", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:**

Se trata de un aprendizaje declarativo. Éste permite adaptarse fácilmente a situaciones nuevas, sin deber recurrir al ensayo-error y tiene la ventaja que el terapeuta puede indagar en cada momento de la intervención terapéutica sobre los pasos que el paciente sigue para aprender. Este tipo de aprendizaje es necesario para recuperar la capacidad de desempeñar acciones con un movimiento de calidad.

**PUNTOS DÉBILES:**

Requiere la participación activa del paciente, requiere tiempo para que se produzca y se automatice dicha organización e implica capacidad lingüística del paciente.

En el estudio se presta escasa atención a elementos que pueden incidir de forma muy notable en el aprendizaje declarativo del paciente (atención, memoria...). Sólo se consideran estos aspectos en los criterios de selección a través del Mini Mental test, que ofrece poca información sobre las capacidades cognitivas del paciente.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

La adaptación y progresión de las tareas según el paciente pretende considerar el requisito de la participación activa del paciente en este abordaje, pero dentro de sus posibilidades, así como también la automatización.

En las mismas limitaciones del artículo Pilot Study se contempló esta limitación sobre la falta de consideración de ciertos aspectos que influyen en el aprendizaje como la atención y memoria. En los criterios de selección se excluye la heminegligencia pero evidentemente esto es solo un aspecto atencional. Muy inicialmente, el estudio se planteó con la evaluación de otros aspectos cognitivos más allá de la imagen, como la atención, memoria y funciones ejecutivas pero nos frenamos al no encontrar ningún test o escala que relacionara estos procesos con el cuerpo o movimiento. Ciertamente sí que encontramos en el ámbito neuropsicológico incluyendo, por ejemplo, atención visual o memoria lingüística o auditiva, pero en aquel momento, ninguno que se vinculase con el cuerpo, y de aquí el descarte.

Por eso, el Mini mental se propone justamente con la simple función inicial de criba general del estado del paciente (criterio de selección), conscientes que no sería un test válido para obtener información útil para el ejercicio.

**54. 2.5.18. En referencia al elemento 5 "Lenguaje del terapeuta como guía", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:**

La guía verbal externa resulta ser una herramienta eficaz en la orientación de la tarea y enseña al paciente a transferir esta ayuda de externa a interna. La guía permite dirigir la atención al cuerpo o al mundo externo correctamente favoreciendo la activación de los procesos cognitivos.

Permite al paciente comprender el ejercicio e indagar sobre las estrategias que usa para organizar el movimiento y así poder intervenir, modificar y/o mejorar dicha organización.

**PUNTOS DÉBILES:**

Habilidad del terapeuta para adecuar el lenguaje al nivel de comprensión del paciente afásico o para dar las instrucciones justas de esta guía.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

La importancia del lenguaje en este abordaje justifica también la formación de los terapeutas para saber, en primer lugar, cómo exponer el problema, y después, cómo guiar el paciente durante el mismo para ser capaz de responder a cada caso, situación y modalidad de ejecución. De aquí, la formación previa comentada, y en ésta justamente el lenguaje fue en lo que se hizo más hincapié y se discutió más entre los componentes, por su evidente dificultad. Por tanto, estoy de acuerdo con lo comentado y se ha tenido en cuenta de buen inicio y de forma especial.

En relación a los pacientes afásicos, también se hizo hincapié en la manera de interactuar con ellos, si se diera el caso de un participante, pero conscientes que un paciente grave con afasia global no formaría parte del estudio (criterio de exclusión).

**55. 2.5.19. En referencia al elemento 6 "Feedback de ejecución y de resultados", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....

**PUNTOS FUERTES:**

El feedback intrínseco somático así como el visual favorecen el aprendizaje motor. El feedback externo proporcionado por el terapeuta (lenguaje) favorece tanto la activación de los procesos cognitivos como el aprendizaje declarativo. El feedback sobre la ejecución del ejercicio centra la atención del paciente en los aspectos cualitativos del movimiento; el de resultados permite aprender del acierto y también del error.

**PUNTOS DÉBILES:**

Habilidad del terapeuta

Difícil observar y valorar este feedback

Difícil hacer una "estandarización" o establecimiento de pautas.

Depende del grado de afectación lingüística en decodificación del paciente y de la activación de la memoria de trabajo y la atención.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Si consideramos sólo la explicación del feedback externo lingüístico entonces este ítem no se diferenciaría demasiado del ítem anterior sobre el lenguaje (donde ya se han comentado los aspectos sobre la habilidad, sobre el paciente con afasia...). El planteamiento de este ítem iba focalizado no sólo a las informaciones aportadas por el lenguaje de guía sino también hacia el feedback de las informaciones visuales y somáticas.

En relación al feedback lingüístico aquí se haría hincapié en la reflexión sobre el feedback durante el ejercicio y el feedback de resultado final.

Establecimiento de pautas: vendría en función del grado del ejercicio (participación motora), del nivel sensitivo y cognitivo del paciente y aquí, evidentemente, de la habilidad del terapeuta (formación).

Por último, es cierta la limitación que vuelve a repetirse sobre la falta de evaluación, y por tanto, de información útil inicial del nivel de memoria y atención del paciente.

**56. 2.5.20. En referencia al elemento 7 "Ejercicio como experiencia", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

.....

.....

.....

.....

.....



#### **PUNTOS FUERTES:**

La experiencia prelesional del movimiento hace parte de la memoria a largo plazo del sujeto y como tal participa en la organización del mismo. Puede ser usada en el ejercicio para anticipar correctamente un movimiento siempre que constatemos, a través de la descripción verbal del paciente, que se hayan trasladado a memoria de trabajo los elementos significativos para aquel gesto. A través del ejercicio mismo creamos también nuevas experiencias de movimiento con el feedback somático y visual, aferencias que son utilizadas para el aprendizaje del movimiento. El planteamiento del ejercicio centrado en los aspectos aferentes con la conexión con experiencias previas favorece la implicación cognitiva del paciente y la reorganización del SNC en función de las capacidades de cada sujeto.

#### **PUNTOS DÉBILES:**

Pacientes con alteraciones graves de la memoria a largo plazo, corto plazo y de trabajo, con la consiguiente limitación del aprendizaje del movimiento.

No queda claro cómo se ha protocolarizado la búsqueda de la experiencia previa.

Saber dar la experiencia previa correcta (significativa) para el paciente.

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

La limitación comentada sobre la evaluación inicial de otros procesos cognitivos se puede observar también aquí. De todas formas, con el criterio general de Minimental >24 se esperaba evitar un paciente con graves problemas de memoria. También se busca controlarlo mediante la descripción del paciente, sea durante el ejercicio (realización de la anticipación) sea durante la evaluación del test K-VIQ, donde no se han encontrado incapacidades del paciente para imaginar (confirmando que ningún paciente con graves problemas de memoria ha formado parte del estudio).

Se habla de experiencia prelesional pero siempre desde el punto de vista del Ejercicio terapéutico cognoscitivo, buscando en las sensaciones y emociones del paciente relacionadas con los ejercicios propuestos en la jerarquía para usarlas con las estrategias de las neuronas espejo (modalidades de ejecución). Se deja el paciente buscar y elegir o proponer sus experiencias, el terapeuta no las impone. Este proceder se explicó en la formación previa comentada previamente.

## **2. Fase de Intervención**

---

2.6. Modalidad de ejecución del ejercicio:

57. **2.6.1. La inclusión en el ejercicio de contenidos motores, sensitivos y cognitivos permite considerar los aspectos del control motor en la práctica clínica e incidir mejor en la recuperación del movimiento.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 0,00 / 0,00 / 16,67 / 83,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

58. **2.6.2. Observación de la acción: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 25,00 / 66,67]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“La observación de la acción puede estar significativamente alterada en pacientes con alteración de la visión periférica (por lesión del Nervio óptico o por lesión del parietal posterior derecho) o en apráxicos”.

“Para activar las áreas de neuronas espejo que inician la organización del movimiento que queremos que aprenda el paciente sin recurrir a ensayo-error y sin que aparezcan elementos del específico motor: REE (o espasticidad), IA (o reacciones asociadas) o compensaciones”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Para evitar justamente las dificultades para poder usar la observación de la acción bien expuestas en los comentarios, justamente como criterios de exclusión para formar parte del estudio se consideraron los problemas importantes de visión. No se definió como criterio la apraxia. Si ésta lo puede condicionar, entonces, se podría añadir.

59. **2.6.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

60. **2.6.3. Imitación de la acción: las modalidades de uso indicadas son adecuadas y cubren las situaciones terapéuticas más frecuentes.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 33,33 / 58,33]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“Opino que en los casos que se haga el movimiento pasivamente o en grado 1 también así como también en los ejercicios de discriminación táctil se puede utilizar la imitación. Es decir que la imitación se puede hacer en cualquier ejercicio”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Por definición, la imitación es una función cognitiva compleja que incluye la observación, la imagen y la ejecución de la acción. Se podría plantear esta ejecución en grado 1? Quizás sí, si me puedes hacer alguna aclaración más, pero en principio, por definición, la imitación necesita de la ejecución más activa.

Como aclaración, cuando hablamos de imitación, hacemos referencia a la realización por parte de la extremidad afectada. De aquí que se haya limitado su aplicación en los casos más activos. Otra cosa sería la realización de otra tarea, como la copia (con la extremidad sana). No sé si al proponerlo en grado 1 se podría pensar en que el terapeuta es quién mueve la extremidad para imitar la posición o movimiento del otro? Entonces, esto iría más en una tarea de discriminación de si el movimiento es el mismo que el realizado en la otra extremidad? Tarea no planteada en la jerarquía.

**61. 2.6.3.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....

.....

.....

.....

.....

**62. 2.6.4. Anticipación o imagen motora: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

[Muy en desacuerdo / En desacuerdo / Indiferente / De acuerdo / Muy de acuerdo] [0,00 / 8,33 / 0,00 / 41,67 / 50,00]

*Marca solo un óvalo.*

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

**Aportaciones de los expertos:**

“Cuando se dice “el fisioterapeuta escoge la opción” yo entiendo que es una posición de una articulación o una sensación de contacto con una superficie táctil pero creo que para el lector inexperto no podría saberlo fácilmente. Por otro lado no queda claro a qué se refiere cuando dice calidad del movimiento en el párrafo donde se explica el ejemplo. Entiendo que es la sensación del movimiento general agradable, fácil o ligero y no solo parámetros de distancia o de dirección”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Sí a lo expuesto, se ha entendido bien. Ya controlaré la expresión en el protocolo para que no genere dudas.

**63. 2.6.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

.....


.....

.....

.....

.....

---

Con la tecnología de  
 Google Forms



**ANNEX 11. Carta para expertos sobre el informe final**

Estimado (nombre del experto),

A través de este correo electrónico quiero darte las gracias personalmente por tu disponibilidad demostrada, participación y, evidentemente, también por tus comentarios, valoraciones y aportaciones que has realizado como miembro del panel de expertos del proyecto de investigación ligado a mi tesis doctoral. Aunque el administrador del panel ya te agradeció tu trabajo, he querido sumarme y agradecértelo de primera mano.

No me he puesto en contacto contigo antes ya que quería aprovechar para facilitarte, anexo a este correo, un informe final con lo que ha surgido derivado del panel. En el documento que te facilito consta la discusión sobre los resultados obtenidos, las limitaciones identificadas así como las probables líneas de futuro a tener en cuenta para sucesivos estudios relacionados y, por último, las conclusiones finales.

Habéis sido un total de 12 expertos los que activamente habéis contribuido con vuestras críticas y comentarios con la consecuente interpretación de los datos. De ella ha resultado el informe que te adjunto.

Con todo ello y con tu participación, se ha podido abrir un camino que seguro se alargará ampliando éste u otros proyectos en futuros estudios que permitan avanzar y dar rigor científico al abordaje neurocognitivo.

Por todo ello: muchas gracias por todo. Te estoy muy agradecida.

Un abrazo,

*Laia Sallés*

30 junio 2015



**ANNEX 12. Estratègies de cerca i resultats de la Revisió bibliogràfica 1**

MODALITAT A. **Paraules clau o descriptors MeSH** tals com “*mental practice*” “*mirror neurons*”, “*motor cortex*”, “*motor imagery*”, “*rehabilitation*”, “*somatotopic organization*” i “*stroke*” combinats amb els booleans AND i OR:

*Mirror neurons AND stroke*: De forma genèrica, es va obtenir un total de 33.883 resultats. Malgrat l'excessiva quantitat de resultats, de la base de dades de Fisioteràpia basada en l'evidència PEDro no se'n pot sumar cap, ni per cerca simple ni avançada. A Science Direct, amb una alta quantitat de resultats inicials, s'hi apliquen filtres de temps (2008-present) i temàtica (buscar per “*motor cortex*”, “*motor imagery*”, “*nervous system*”, “*patient*” i “*human brain*”), acceptant tant llibres com revistes científiques reduint i acotant els resultats a 58. Al Google Acadèmic, els resultats es filtren per anys (2008-present) i, posteriorment, els 2.820 resultats trobats, per ordre de rellevància únicament considerant les entrades de les 3 primeres pàgines. A més, un cop eliminats els duplicats entre sí (2 de la *Cochrane Library* i 4 del Google Acadèmic en comparació amb Pubmed i un altre de la *Cochrane* en comparació amb Science Direct) va donar una mostra (n) de 128. A partir d'aquests, es va procedir a la lectura de tots els resums per conèixer la idoneïtat dels estudis (criteris de selecció) i la posterior adquisició dels textos complets. De la *Cochrane Library* es van trobar 12 estudis, entre ells 3 revisions *Cochrane* que no van ser considerades prou adequades a la temàtica (tractaven d'ictus però no de neurones mirall) i 9 assajos clínics o *trials*. D'aquests 9, després de la seva lectura, en van resultar interessants 3, els quals es corresponen amb 1 duplicat amb Science Direct (no utilitzat) i amb 2 duplicats de Pubmed i que van ser finalment utilitzats (Ertelt *et al.*, 2012 i Franceschini *et al.*, 2012). Després d'excloure 3 resultats sobre el llenguatge, els 22 resultats del Google Acadèmic es van controlar a través de la lectura dels títols i resums.

Tal i com mostra el diagrama 1, finalment, 5 estudis, tots localitzables a Pubmed, formen part de la bibliografia de la revisió del present treball (Small *et al.*, 2012; Garrison *et al.*, 2010; Rizzolatti *et al.*, 2008; Ertelt *et al.*, 2012 i Franceschini *et al.*, 2012).



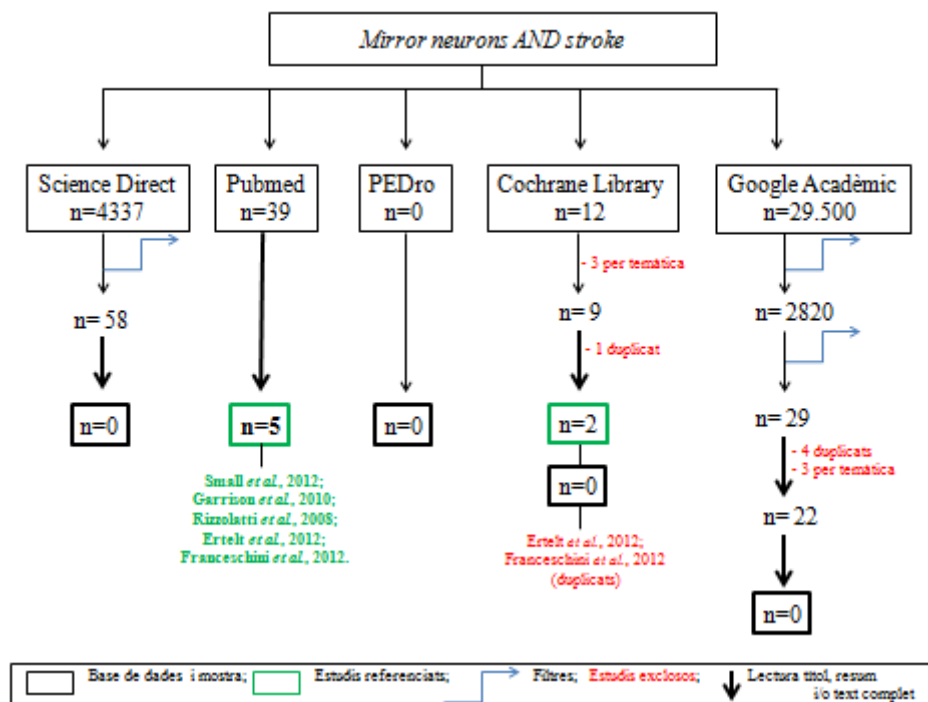


Diagrama 1. Estratègia de cerca: *Mirror neurons AND stroke*

Exemple de cerca a Pubmed:

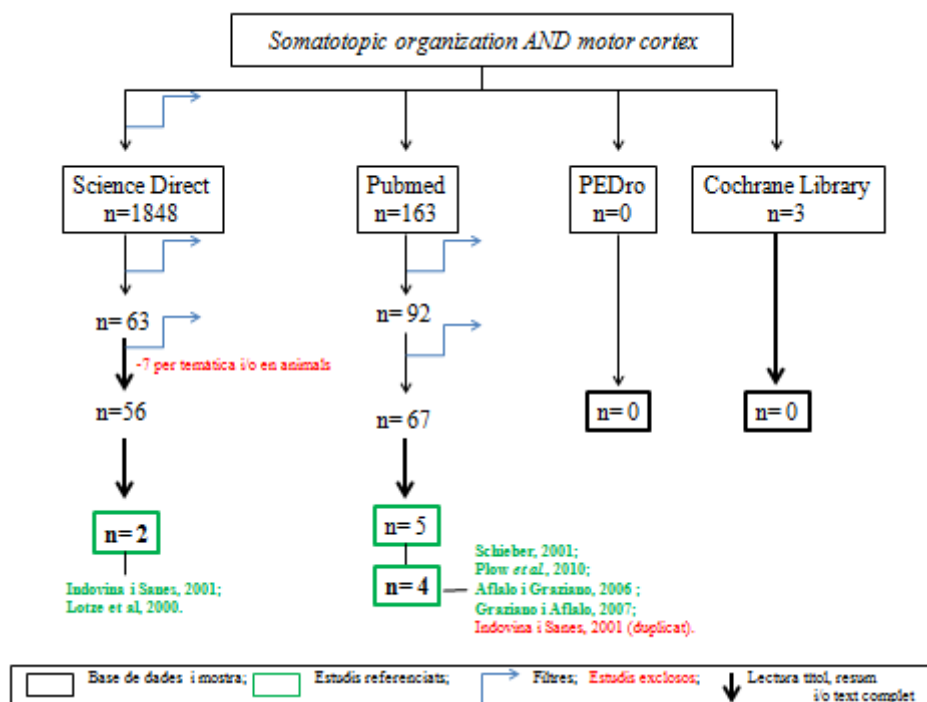
("mirror neurons"[MeSH Terms] OR ("mirror"[All Fields] AND "neurons"[All Fields]) OR "mirror neurons"[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]).

*Somatotopic organization AND motor cortex*: De la consulta a Science Direct, Pubmed i a la *Cochrane Library* se n'obté un total de 2.014 resultats. A PEDro no se'n pot atribuir cap, ni per cerca simple ni avançada. De la *Cochrane Library* es van obtenir 3 resultats, dels quals cap era revisió Cochrane, els quals no van ser finalment útils un cop realitzada la lectura del resum en dos d'ells i del text complet, en un. No es va optar pel Google Acadèmic degut a la suficient quantitat de resultats inicials i finalment obtinguts.

A través de la cerca avançada a Science Direct es van aplicar, des de l'inici, els filtres relatius al camp d'investigació (*Neuroscience*), període de cerca (del 2000 fins al present) així com tipologia d'articles (recerca o revisió) per donar una n=1.848. Davant d'això, va caldre aplicar successius filtres en relació al títol de la publicació (no s'accepten aspectes relacionats, per exemple, amb l'àmbit del dolor o del llenguatge) i al tema o tòpic (no s'inclouen aspectes neurofisiològics tals com "bold signals" o "mep amplitude"; s'inclouen aquells relacionats amb "mirror neuron", "motor cortex" i "somatosensory cortex", entre

d'altres), reduint els resultats a 63, els quals es van ordenar per rellevància. De la lectura dels títols es va optar per no considerar aquells que es referien als micos o rosegadors (“*macaque monkeys*”, “*primates*”, “*squirrels*” o “*rats*”) així com aquells títols en relació al llenguatge (apareixien malgrat estar teòricament descartats i filtrats amb anterioritat). La mostra d'estudis va quedar en 56 i, finalment, després de la lectura dels resums i textos complets se n'utilitzen 2 (Indovina i Sanes, 2001; Lotze *et al.*, 2000).

Amb Pubmed, inicialment, es van obtenir 163 resultats dels quals, amb el filtre del període 2000-2013, en van restar n=92 i, posteriorment, i seguint el criteri aplicat a Science Direct, es van filtrar per estudis únicament en humans per, finalment, obtenir-ne 67. D'aquesta cerca, després de la comprovació del compliment dels criteris d'inclusió i de la lectura dels estudis, se'n va obtenir l'article de Schieber, 2001; Plow *et al.*, 2010; Aflalo i Graziano, 2006; Graziano i Aflalo, 2007 i l'article duplicat amb Science Direct dels autors Indovina i Sanes, 2001. Tots aquests han estat rellevants per les seves aportacions (Diagrama 2).



**Diagrama 2.** Estratègia de cerca: *Somatopic organization AND motor cortex*

Exemple de cerca a Pubmed:

```
(somatotopic[All Fields] AND ("organisation"[All Fields] OR "organization and administration"[Subheading] OR ("organization"[All Fields] AND "administration"[All Fields]) OR "organization and administration"[All Fields] OR "organization"[All Fields] OR "organizations"[MeSH Terms] OR "organizations"[All Fields])) AND ("motor cortex"[MeSH Terms] OR ("motor"[All Fields] AND "cortex"[All Fields]) OR "motor cortex"[All Fields]).
```

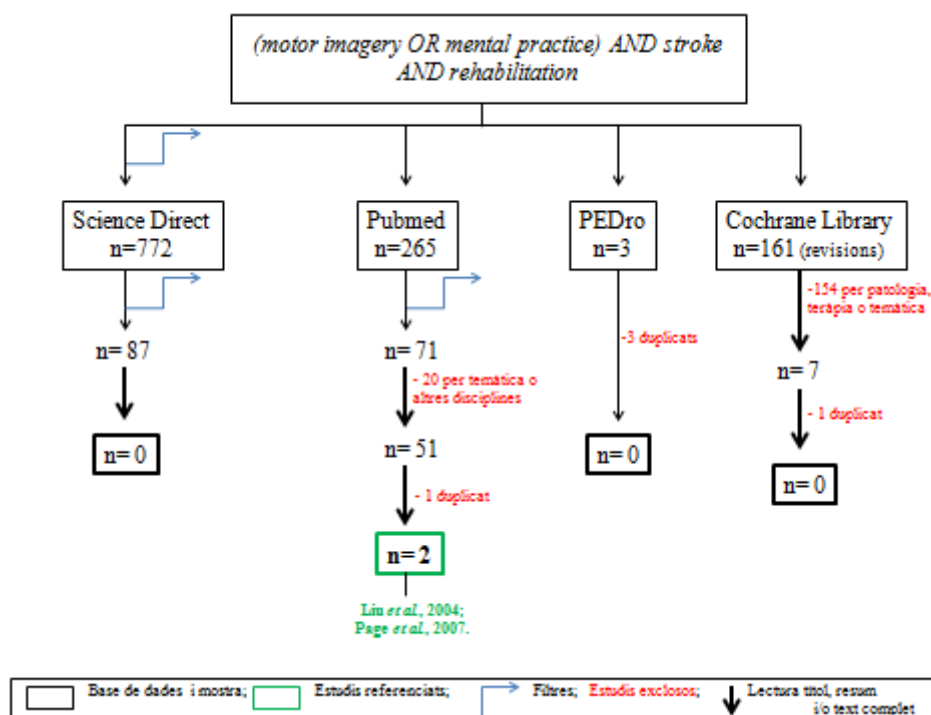
*(motor imagery OR mental practice) AND stroke AND rehabilitation*: La suma de les paraules clau *motor imagery OR mental practice* es combinen amb els descriptors *stroke* i *rehabilitation* amb un total de 1.057 resultats amb cerques a Science Direct, Pubmed, PEDro i *Cochrane Library*. En la cerca avançada de revistes a Science Direct, amb l'aplicació dels filtres de “*Neuroscience*”, 2003-present i article de recerca original i de revisió, es va obtenir una mostra de n=772, a la qual se li van aplicar successius filtres sobre el tòpic (“*motor imagery*”, “*brain injury*”, “*motor cortex*”...), no acceptant patologies diferents a l'ictus i filtrant també per “*upper limb*”. Es van obtenir 87 estudis que es van revisar de nou per lectura de títol i resum i dels textos complets d'aquells que realment atendien a la cerca inicial. Finalment, però, no se'n va utilitzar cap per la revisió en qüestió. La cerca a Pubmed, sense cap filtratge, va resultar en 265 estudis que, posteriorment, es van filtrar per tipus d'articles (únicament assajos clínics i revisions sistemàtiques) i amb 10 anys des de la seva publicació. La mostra va ser de 71 articles, dels quals amb la lectura de títol i resum se'n van eliminar 20 (criteris de selecció), ja que es referien a l'extremitat inferior (marxa o equilibri), a d'altres disciplines com la teràpia ocupacional o la infermeria o bé, a teràpies concretes com la ioga. Dels 51 restants, després de la lectura completa de varis articles que anaven en la mateixa línia, i malgrat que algun fos, fins i tot, més actual, es va optar pels dos citats (Liu *et al.*, 2004 i Page *et al.*, 2007) ja que són estudis representatius dels autors que més publiquen en aquest camp.

Existeix només 1 duplicat entre els estudis de Science Direct i aquells de Pubmed.

A PEDro la mostra obtinguda va ser poc rellevant, amb 3, duplicats amb Pubmed. Davant d'això, i considerant que s'haurien de trobar més estudis vist que la temàtica està relacionada estretament amb l'àmbit de la fisioteràpia, es va decidir modificar la cerca

canviant les paraules clau a “*Motor imagery*”. Tot i que es van obtenir 64 resultats, un cop cribats aquells que feien referència a d’altres afectacions que no fossin “*stroke*”, o bé, a tractaments com la teràpia ocupacional i els de l’extremitat inferior (criteris de selecció), la resta ja havien estat revisats i identificats a través de Pubmed.

Les paraules clau a la *Cochrane Library* amb filtre a revisions Cochrane van donar n=161 però d’aquestes només 2 es referien, per lectura del títol, al tema de les neurones mirall o imatge motora i ictus, de manera que només 7 en total van semblar possibles candidats (els altres 5 estudis interessants parlaven de cognició i ictus). Els descartats (n=154) provenien de teràpies o patologies completament diferents, malgrat les paraules clau inicials. Posteriorment, per reafirmar la cerca, es va buscar acotant per títol, resum i paraules clau apareixent una de les 7 revisions anteriors, la que contenia el terme “*mental practice*” en el títol, i que a més, és un duplicat amb Pubmed. Finalment no se’n va utilitzar cap (Diagrama 3).



**Diagrama 3.** Estratègia de cerca: *(motor imagery OR mental practice) AND stroke AND rehabilitation*

Exemple de cerca a Pubmed:

```
((motor[All Fields] AND ("imagery (psychotherapy)"[MeSH Terms] OR ("imagery"[All Fields] AND "(psychotherapy)"[All Fields]) OR "imagery (psychotherapy)"[All Fields] OR "imagery"[All Fields])) OR (mental[All Fields] AND ("Practice (Birm)"[Journal] OR "practice"[All Fields]))) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR systematic[sb]) AND "2003/09/01"[PDat] : "2013/08/29"[PDat]).
```

MODALITAT B. Les cerques de les paraules claus o descriptors MeSH amb booleans van permetre identificar **autors de referència** (per importància, repetició o citació dels seus estudis per d'altres autors), de manera que un cop realitzada la cerca genèrica es va procedir a una cerca centrada en autors: Penfield W, Rizzolatti G i Schieber MH.

Penfield W: No es van obtenir els articles complets originals per l'antiguitat dels seus textos, i aquests no consten en les bases de dades, tot i que hi ha documentació relacionada, en què l'autor és citat, i que sí que s'ha utilitzat (Schott, 1993).

Rizzolatti G: Es va fer cerca avançada com autor combinant-ho amb la seva temàtica investigadora sobre les neurones mirall. En total van aparèixer 35 articles, 31 de Pubmed sense necessitat d'aplicar filtres i 4 de Science Direct filtrant amb el tòpic "*mirror neuron*". Després de la lectura dels resums es van obtenir els textos complets per acabar referenciant-ne 3 (Cattaneo i Rizzolatti, 2009; Rizzolatti i Sinigaglia, 2010 i Iacoboni *et al.*, 2005).

Exemple de cerca a Pubmed:

```
Rizzolatti G[Author] AND (("mirror neurons"[MeSH Terms] OR ("mirror"[All Fields] AND "neurons"[All Fields]) OR "mirror neurons"[All Fields] OR ("mirror"[All Fields] AND "neuron"[All Fields]) OR "mirror neuron"[All Fields]) AND system[All Fields]).
```

Schieber MH: S'obtenen 65 resultats, havent eliminat 10 duplicats entre Pubmed i Science Direct. Alhora, durant la lectura dels resums, a Pubmed apareixien suggerències d'altres

articles (*Science Direct article suggestions* o *Related citation in Pubmed*) del mateix autor o d'altres. Alguns havien estat trobats ja per cerques a través de paraules clau o MeSH, com el de Plow *et al.*, 2010 i Beisteiner *et al.*, 2004, autor del qual se n'havia eliminat, per criteri d'antiguitat, un altre seu article del 2001 degut a les limitacions del número de referències de la revista (instruccions pels autors). El mateix ha succeït amb d'altres articles (la primera versió enviada constava de 63 referències, per acabar amb les 42 de la definitiva). A través d'altres vies ja s'havien obtingut articles de l'autor Schieber però aquesta cerca ha permès afegir-ne més com el de Sanes i Schieber, 2001 que va portar a trobar Sanes *et al.*, 1995. La repetició de les seves aparicions en confirmava la seva rellevància.

Exemple de cerca a Pubmed:

Schieber MH[Author]
---------------------

MODALITAT C. Es va optar per **buscar directament en els arxius d'algunes revistes** rellevants de rehabilitació, com la Revista de Neurologia o *Neurorehabilitation and Neural Repair* essent utilitzats finalment en la revisió els següents estudis: Moya-Albiol *et al.*, 2010; Cirstea i Levin, 2007 i Levin *et al.*, 2009.

MODALITAT D. En cada cerca s'han considerat les **citacions relacionades** amb els articles trobats, cosa que ha permès ampliar la cerca i resultats finals.

MODALITAT E. La **bibliografia** pròpia dels articles llegits i considerats importants ha estat també font de noves cerques o resultats (considerant els criteris de selecció). Per exemple, en l'estudi de Plow *et al.* es citen molts autors relacionats amb la temàtica, cosa que ha permès, a través de la seva bibliografia, trobar més estudis que han estat utilitzats per la revisió (Capaday, 2004; Capaday *et al.*, 2013; Gould *et al.*, 1986; Beisteiner *et al.*, 2004 i Nudo, 2006). De la bibliografia de l'estudi de Rizzolatti i Sinigaglia del 2006 se n'obté un llibre molt significatiu dels mateixos autors (14) per ser el primer sobre les funcions cognitives del sistema motor: Rizzolatti G, Sinigaglia C. Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional. Barcelona: Paidós Ibérica; 2006. Aquest també va ser trobat a través del **Google Acadèmic** (MODALITAT F).



**ANNEX 13. Revisió bibliogràfica 1**







## Revisión

# Organización motora del córtex cerebral y el papel del sistema de las neuronas espejo. Repercusiones clínicas para la rehabilitación



Laia Sallés<sup>a,b,\*</sup>, Xavier Gironès<sup>a</sup> y José Vicente Lafuente<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Fisioterapia, Universitat Internacional de Catalunya (UIC), Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España

<sup>b</sup> Departamento de Fisioterapia, Fundació Universitària del Bages (UAB), Barcelona, España

<sup>c</sup> LaNCE, Departamento de Neurociencias, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Leioa, Vizcaya, España

<sup>d</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile, Chile

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 23 de octubre de 2013

Aceptado el 18 de diciembre de 2013

On-line el 7 de marzo de 2014

## Palabras clave:

Homúnculo  
Neuronas espejo  
Organización motora  
Plasticidad  
Representación múltiple  
Somatotopía

## RESUMEN

Las características básicas del homúnculo de Penfield (somatotopía y representación única) han sido cuestionadas. La existencia de una organización anatomofuncional definida en la corteza cerebral entre segmentos de una misma región es controvertida. La presencia en el área motora primaria y en el lóbulo parietal de múltiples representaciones motoras interconectadas por circuitos parietofrontales y profusamente solapadas configuran una organización compleja. Todo ello sustenta la recuperación funcional después de un daño cerebral. En la organización del movimiento se puede incidir a través de la comprensión de las acciones y de las intenciones de los otros, lo que está mediado por la activación de los sistemas de neuronas espejo. El uso de funciones cognitivas (observación, imagen de la acción e imitación) desde la fase aguda del tratamiento permite la activación de las representaciones motoras sin necesidad de ejecutar la acción, y tiene un papel importante en el aprendizaje de patrones motores.

© 2013 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## The motor organization of cerebral cortex and the role of the mirror neuron system. Clinical impact for rehabilitation

## ABSTRACT

The basic characteristics of Penfield homunculus (somatotopy and unique representation) have been questioned. The existence of a defined anatomo-functional organization within different segments of the same region is controversial. The presence of multiple motor representations in the primary motor area and in the parietal lobe interconnected by parieto-frontal circuits, which are widely overlapped, form a complex organization. Both features support the recovery of functions after brain injury. Regarding the movement organization, it is possible to yield a relevant impact through the understanding of actions and intentions of others, which is mediated by the activation of mirror-neuron systems. The implementation of cognitive functions (observation, image of the action and imitation) from the acute treatment phase allows the activation of motor representations without having to perform the action and it plays an important role in learning motor patterns.

© 2013 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Keywords:

Homunculus  
Mirror neurons  
Motor organization  
Plasticity  
Multiple representation  
Somatotopy

## Introducción

El conocimiento de la representación cortical del movimiento proviene fundamentalmente de los trabajos de Penfield et al. en la primera mitad del siglo xx<sup>1-3</sup>. En ellos identificaron una representación somatotópica y única de las diferentes partes del

cuerpo y postularon que la organización del movimiento seguía un orden secuencial<sup>4,5</sup>.

A lo largo de los años han ido surgiendo ideas críticas en relación con este concepto. El desarrollo de nuevas técnicas de estudio han puesto de manifiesto la existencia de representaciones corticales múltiples solapadas entre ellas<sup>5-7</sup>.

Estas evidencias llevan a considerar que la organización del movimiento requiere la activación de varias estructuras que trabajan en paralelo para integrar informaciones sensoriales y motoras, transformando todo ello en acciones motoras<sup>3</sup>.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lsalles@fub.edu (L. Sallés).

La complejidad anatómica y funcional del sistema motor se ve incrementada con la contribución de los sistemas de «neuronas espejo» (SNE), descubiertos por Rizzolatti y Sinigaglia a inicios de la década de 1990. Estos sistemas son el sustrato neural que permite comprender la implicación de funciones cognitivas como la observación, imitación e imagen de la acción en relación con la organización de los movimientos y su aprendizaje<sup>3,8</sup>.

El objetivo de este trabajo es revisar diferentes puntos de vista sobre la organización cortical del movimiento. Además, se hacen algunas consideraciones sobre la repercusión clínica que puede derivarse de la organización motora y su relación con las funciones cognitivas como posibles instrumentos de acción terapéutica en la recuperación del movimiento.

## Desarrollo

En 1937 Penfield y Boldrey presentan un mapa cortical (homúnculo) que representa las áreas corticales correspondientes a las diferentes partes del cuerpo<sup>4</sup>.

En 1950 Penfield y Rasmussen, mediante estimulación cortical directa en personas conscientes durante intervenciones quirúrgicas, precisaron la organización de aquel primer homúnculo, obteniendo el primer mapa del córtex motor y sensitivo por separado<sup>3,4</sup>. Estos mapas siguen una organización somatotópica (partes del cuerpo representadas en orden anatómico y de forma delimitada) y única, en la que se consideraba que no hay variaciones<sup>5</sup>.

Los autores postularon que las áreas motoras cerebrales solo se dedican a funciones ejecutivas. Según esta concepción del movimiento, el cerebro sigue un proceso organizado de forma secuencial, siguiendo el esquema: percepción → cognición → movimiento. Estos fenómenos están asociados a zonas corticales diferenciadas, el lenguaje en el área de Broca o la función motora en el área 4 de Brodmann<sup>3</sup>.

Todo ello tiene repercusiones en la comprensión de la organización del área motora primaria (M1). En primer lugar, cada zona cortical sería la única responsable de controlar una parte del cuerpo o un movimiento, lo que implica que si se lesiona una determinada zona cortical, el movimiento que depende de ella no será recuperable y, a su vez, limita el repertorio de movimientos a un número finito de combinaciones. En segundo lugar, el territorio cortical activado por el movimiento simultáneo de varios dedos debe ser superior al de un solo dedo, ya que debería ser la suma de la extensión de los territorios de cada uno<sup>1,6,9</sup>.

## Aportaciones al conocimiento de la organización anatomofuncional

El trabajo de Penfield fue cuestionado y considerado ambiguo en la segunda mitad del siglo xx. De hecho, el mismo Penfield advirtió de la posible inexactitud de sus mapas. El uso de electrodos demasiado grandes no permitía una investigación más precisa. Pero incluso con estas advertencias, la idea de una organización somatotópica y única se extendió y ejerció una importante influencia en la concepción de la organización cortical<sup>1,9</sup>. Estudios posteriores<sup>3,4,6</sup> con técnicas más sofisticadas han cuestionado las 2 características básicas del homúnculo: la somatotopía y la representación única.

Los estudios confirmaron un orden somatotópico de la representación de las grandes zonas del cuerpo (cara, extremidad superior e inferior), pero existen controversias sobre la organización anatómica y funcional de segmentos menores como dedos, muñeca, codo y hombro dentro de la representación de la extremidad superior<sup>1,9,10</sup>. Se puso de manifiesto la existencia de solapamientos entre áreas corticales conectadas entre sí a través de conexiones horizontales bidireccionales<sup>1,10</sup>. El solapamiento

implica que diferentes segmentos comparten la misma red neural. Diversos autores<sup>1,5</sup> consideran el solapamiento como el rasgo diferencial de M1, superando el concepto de organización somatotópica de Penfield<sup>2,9</sup>. Ello permite la cooperación entre los músculos proximales y distales, por ejemplo, en la extremidad superior, aportando así una mayor coordinación entre hombro, codo y muñeca para la realización de una tarea como es alcanzar un objeto<sup>1,9</sup>. Otros autores<sup>11,12</sup> abogan por la visión clásica, aceptan la existencia de un cierto grado de solapamiento y atribuyen a la somatotopía en M1 el control fino de los movimientos.

Aflalo y Graziano<sup>13,14</sup> apuntan la importancia de la práctica motora y el aprendizaje para pasar de un mapa somatotópico a otro con representaciones solapadas entre las distintas partes del cuerpo. Plantean el papel central de la plasticidad y la reorganización del córtex motor en este proceso, y ponen de manifiesto que a menor somatotopía, mayor complejidad de los movimientos.

Diversos estudios han comprobado la existencia de múltiples representaciones motoras de diferentes partes del cuerpo, presentando un cierto grado de solapamiento. La realización de un movimiento puede implicar la activación de varias áreas corticales, en ocasiones lejanas entre ellas<sup>2,15</sup>. En los 80, Strick y Preston<sup>16,17</sup> descubrieron 2 representaciones de la mano en la corteza motora del mono, observando que cada una de ellas se activaba como respuesta a diferentes aferencias somatosensoriales, una respondía al tacto y la otra a las aferencias propioceptivas. En 1986, Gould et al.<sup>6,9</sup> observaron, en monos anestesiados, que M1 presentaba una tendencia a la somatotopía de las representaciones de los diferentes segmentos, pero se producía la activación de varios focos cerebrales, distribuidos como un mosaico, para el movimiento de cualquier parte del cuerpo.

Además, esta distribución múltiple en mosaico está presente en la parte posterior del lóbulo parietal, estableciéndose interconexiones horizontales con otras áreas cerebrales que permiten el flujo de las aferencias somatosensoriales a la zona motora<sup>3,9,18</sup>. Funcionalmente, las distintas zonas motoras se conectan con las áreas parietales a través de los circuitos parietofrontales, conformando un sistema funcional<sup>3</sup>.

Con técnicas de neuroimagen se ha demostrado que para la exploración de objetos, sin control visual, son fundamentales las informaciones somatosensoriales táctiles y propioceptivas, así como la activación de los circuitos parietofrontales para la discriminación de formas y longitudes mediante el movimiento activo de los dedos<sup>19,20</sup>.

Lo mismo sucede en las acciones que requieren de la vista, en las que la información visual llega al lóbulo parietal y mediante la activación en paralelo y simultánea de los circuitos parietofrontales tiene lugar la transformación visuomotora. Esta incluye varios procesos, como son localizar el objeto en el espacio, su orientación, forma y tamaño, y controlar la trayectoria del desplazamiento de la extremidad superior<sup>18</sup>.

Los conocimientos sobre la complejidad del modelo de organización en paralelo del sistema motor permiten vislumbrar las posibilidades de reorganización después de un daño. La afectación de cualquiera de las estructuras implicadas raramente conlleva la pérdida del único elemento capaz de realizar una tarea; un determinado grupo de neuronas puede participar en la realización de más de una tarea<sup>21</sup>. El territorio cortical que se activa para el movimiento de un solo dedo es mayor que el del movimiento simultáneo de varios dedos, ya que mover de forma fragmentada un único dedo implica una mayor organización y control<sup>6,9,15</sup>. Basándose en estas evidencias, el sistema motor no puede ser reducido al marco de un mapa unitario ejecutor de órdenes originadas en áreas bien diferenciadas (como sería el caso del homúnculo de Penfield), sino que se debe considerar como una multiplicidad de estructuras que se activan simultáneamente en

diferentes áreas (frontales, parietales, occipitales, entre otras) relacionadas entre sí mediante los circuitos parietofrontales<sup>3,15</sup>.

### Sistema de neuronas espejo

El descubrimiento de las neuronas espejo (NE) plantea aspectos relacionados con la organización motora como la empatía y la comprensión de las acciones y las motivaciones de los otros<sup>3,22</sup>.

El grupo de Parma descubrió las NE mientras registraban la actividad neuronal en el área F5 del mono (córtex premotor). Observaron que las neuronas de esta zona se activaban en el momento en que uno de los investigadores cogía un alimento, en ausencia de movimiento por parte del mono<sup>8</sup>. Además, detectaron su selectividad, ya que estas neuronas descargaban con los movimientos que tenían una finalidad, como coger algo, mientras que si se ejecutaba un simple movimiento de una parte aislada del cuerpo sin intención, no se producía ninguna respuesta. Más adelante, encontraron la misma actividad en el córtex parietal inferior<sup>8</sup>.

Con técnicas neurofisiológicas no invasivas se han demostrado en el hombre los SNE<sup>3,23</sup>. Estas neuronas forman una red que se activa tanto cuando la acción es realizada por uno mismo como cuando se observa la acción efectuada por otra persona<sup>23</sup>.

La resonancia magnética funcional ha permitido localizar e identificar las áreas y circuitos que sustentan el SNE: el *SNE parietofrontal*, constituido por amplias zonas de corteza premotora, del lóbulo parietal inferior y la parte posterior del área de Broca<sup>3,24</sup>. Está involucrado en el reconocimiento del comportamiento voluntario a través de los circuitos parietofrontales, que permiten el procesamiento en paralelo y recíproco de las informaciones necesarias para la planificación y la ejecución de acciones<sup>3,18</sup>.

El *SNE límbico* está constituido básicamente por la región de la ínsula y por la circunvolución cingulada anterior<sup>24</sup>. Este sistema es el responsable del reconocimiento del comportamiento afectivo y emocional<sup>3</sup>.

### El papel de las neuronas espejo en la acción

El SNE transforma la información sensorial obtenida al observar la acción de los otros en un formato motor muy similar al programa motor interno generado cuando un individuo se imagina realizando una acción, o bien cuando realmente la está ejecutando<sup>8,24</sup>. Esto conlleva que sea responsable de nuestra capacidad para comprender las acciones y las intenciones de los otros, permitiendo correlacionar lo observado con la experiencia previa de cada individuo<sup>3,23,25,26,27</sup>. Además, tiene un rol importante en el aprendizaje de patrones motores a través de la observación de la acción. La imitación es una función cognitiva que incluye la observación, la imagen y la ejecución de la acción<sup>8</sup>. Su sustrato neural está dedicado a la organización y ejecución de estos actos<sup>27,28</sup>. Estudios de neuroimagen demuestran la implicación de las NE en la capacidad de imitación y de empatía con los demás<sup>3,8,23</sup>. Observar una acción induce en el observador una implicación en primera persona, como si fuera él mismo quien la estuviera realizando. El individuo predice e interpreta el comportamiento de los demás porque es capaz de imaginarse a sí mismo en la misma situación<sup>29</sup>.

Los SNE han supuesto una ruptura con la visión clásica, en que funciones cognitivas como la observación, la imitación y la predicción eran atribuibles a procesos mentales elevados, para dar paso a una nueva concepción donde estas funciones se adjudan a los circuitos de NE<sup>26</sup>.

Los SNE dan significado al acto motor observado y también a toda la acción de la que forma parte, por ejemplo, llevar un vaso a la boca para beber<sup>23,27</sup>. Estos sistemas, en el hombre, se activan ante la observación de actos realizados por otra persona, y a diferencia

del mono, permiten entender la finalidad de la acción, se realice o no con el uso de herramientas, así como se activan también ante la observación de movimientos individuales sin finalidad<sup>3,8,23,26</sup>.

Nuestros actos motores no están desligados de las emociones. El SNE límbico permite captar y compartir las emociones de los demás (la percepción del dolor, la felicidad, etc.), activándose las mismas zonas cerebrales que cuando se experimentan en primera persona, siendo el prerrequisito de un comportamiento empático, básico para establecer buenas relaciones interpersonales<sup>3,22,23</sup>.

### Consecuencias clínicas

Los conocimientos comentados aportan nuevas expectativas para la práctica clínica<sup>30</sup>. Resulta crucial desarrollar y aplicar tratamientos que tengan en cuenta estos conocimientos de la organización del movimiento, la representación múltiple y el solapamiento entre áreas, así como el papel de las NE. Comprender cómo diferentes abordajes terapéuticos actúan sobre el sustrato neural permitirá obtener mejores resultados en la práctica clínica<sup>30-32</sup>.

Diversos autores<sup>33,34</sup> han investigado el fenómeno de la neuroplasticidad, considerada como el proceso de remodelación continuo a corto, medio y largo plazo que permite optimizar el funcionamiento de las redes neuronales. En el ámbito de la rehabilitación, esta representa el mecanismo que permite comprender los efectos de las actuaciones terapéuticas para la recuperación de las alteraciones del movimiento<sup>33,35,36</sup>.

Las representaciones de las áreas o mapas corticales se modifican en función de las informaciones aferentes, de las experiencias y del aprendizaje<sup>33</sup>.

La inmovilización de la extremidad superior, con la consiguiente pérdida de *inputs* motores y sensoriales, implica una reorganización cerebral con una disminución en el grosor de la sustancia gris cortical de M1 y del córtex somatosensorial del hemisferio contralateral, así como con un aumento de las mismas zonas del otro hemisferio, debido al uso de la extremidad sana<sup>37</sup>.

Considerando las investigaciones sobre la representación múltiple<sup>6,10,16,17</sup>, donde se pone de manifiesto que las distintas áreas se activan en función del tipo de información aferente, y aquellos estudios sobre los SNE<sup>3,8,23,26</sup>, se refuerza la importancia de aportar al paciente experiencias procedentes de su propio cuerpo o bien de la interacción con un terapeuta o con determinados objetos.

La pérdida o disminución de funciones, como caminar o manipular objetos, reduce la llegada de información al cerebro, dando como resultado un empobrecimiento de las experiencias del individuo<sup>38</sup>. Para poder realizar estas funciones correctamente y de manera coordinada podría ser útil, teniendo en cuenta el solapamiento de las representaciones corticales, así como la existencia de los circuitos parietofrontales, implementar tareas o ejercicios de rehabilitación que impliquen la cooperación de varias articulaciones simultáneamente en lugar de un único movimiento articular, es decir, fomentar un entorno enriquecido de experiencias sensoriales y motoras<sup>39</sup>.

Otra propuesta consiste en incrementar progresivamente el nivel de ejercicio, adecuándolo a las posibilidades motoras del paciente, pero aumentando su complejidad con la introducción de novedades que impliquen aprendizaje<sup>33</sup>. En los pacientes con ictus es muy importante incidir en el sistema motor, promoviendo su plasticidad a través del uso de la observación, de la imagen y de la imitación de la acción<sup>8</sup>, estrategias que consideran los aspectos perceptivos, cognitivos y motores de la acción. Estos mismos 3 procesos permiten que el aprendizaje motor perdure en el tiempo<sup>32</sup>.

La actuación terapéutica aporta al paciente experiencias e informaciones; si no las recibe durante días, semanas o meses se

producen cambios que reflejan el desuso y dificultan la recuperación<sup>37</sup>. La utilización sistemática de la observación e imagen del movimiento es posible desde la fase aguda de tratamiento, aprovechando así, de forma temprana, la activación de las representaciones motoras que se produce sin necesidad de ejecutar la acción<sup>28</sup>.

Varios estudios clínicos sobre la observación de acciones o el uso de la imagen motora como complemento a los ejercicios terapéuticos<sup>28,40-42</sup> han valorado su utilidad como herramienta de tratamiento para las alteraciones del movimiento que presentan los pacientes con ictus agudo, subagudo y crónico. En ellos se concluye que existen efectos beneficiosos en relación con los déficits motores, aumentan el uso de la extremidad afectada y favorecen el aprendizaje motor y su transferencia a tareas no entrenadas.

## Conclusiones

Hay una falta de consenso sobre la existencia o no de somatotopía entre las representaciones de los diferentes segmentos de una misma zona corporal. Se acepta un cierto grado de solapamiento entre las áreas corticales implicadas, así como la existencia de representaciones múltiples. Los conocimientos actuales sobre la organización motora constatan que la información sensorial y motora tiene en los circuitos parietofrontales un sustrato neural común que permite crear un sistema motor que incluya otras funciones más cognitivas como son la percepción, la imitación, la comprensión de la gestualidad y la intención de las acciones de los demás.

A diferencia de la organización única y diferenciada propuesta por Penfield, la organización compleja permitiría una mayor recuperación de las funciones, en el caso de daño en el sistema nervioso, o bien un mayor aprendizaje de patrones motores en el sujeto sano.

La observación, la imitación y la imagen de la acción son funciones cognitivas basadas en las propiedades del SNE que representan una forma de acceder y actuar en el sistema motor sin la necesidad de ejecutar la acción.

Ante esto, ¿qué papel puede desempeñar el uso protocolizado de imaginar un movimiento o bien simplemente observarlo o imitarlo? Todas ellas son acciones perceptivas y cognitivas que no implican la actividad motora en el paciente, pero, en cambio, sí que generan experiencia y flujos de informaciones aferentes similares a las que se producirían al realizar el movimiento. ¿Representan un mecanismo de aprendizaje motor significativo para la recuperación de los déficits causados por la enfermedad?

Aparte de representar un abordaje novedoso, sin efectos adversos, económico y fácilmente aplicable, sus beneficios son aún mayores cuando las acciones hacen referencia a experiencias motoras previas a la enfermedad y se combinan con ejercicios terapéuticos. Además, las mejoras obtenidas durante el tratamiento se mantienen en el tiempo más allá de la terapia, demostrándose la implicación del aprendizaje.

Por último, es importante que en la práctica clínica se consideren estos conocimientos para encontrar la forma más apropiada de intervenir y guiar aquellas aferencias que promuevan la plasticidad. No se trata únicamente de inducir la reorganización, sino también de controlarla.

## Financiación

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo de la beca de la Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia (SCBF) del año 2012, la subvención general GIC (794/13) del Gobierno Vasco y la UFI 11/32 de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A Roberta Montecolle, por su revisión crítica del manuscrito, a la Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia (SCBF, 2012), al Gobierno Vasco (GIC 794/13) y a la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UFI 11/32).

## Bibliografía

- Sanes JN, Schieber MH. Orderly somatotopy in primary motor cortex: Does it exist? *Neuroimage*. 2001;13:968-74.
- Capaday C. The integrated nature of motor cortical function. *Neuroscientist*. 2004;10:207-20.
- Rizzolatti G, Sinigaglia C. Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional. Barcelona: Paidós Ibérica; 2006.
- Schott GD. Penfield's homunculus: A note on cerebral cartography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1993;56:329-33.
- Sanes JN, Donoghue JP, Thangaraj V, Edelman RR, Warach S. Shared neural substrates controlling hand movements in human motor cortex. *Science*. 1995;268:1775-7.
- Gould HJ, Cusick CG, Pons TP, Kaas JH. The relationship of corpus callosum connections to electrical stimulation maps of motor, supplementary motor, and the frontal eye fields in owl monkeys. *J Comp Neurol*. 1986;247:297-325.
- Indovina I, Sanes JN. On somatotopic representation centers for finger movements in human primary motor cortex and supplementary motor area. *Neuroimage*. 2001;13:1027-34.
- Small SL, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. *Dev Psychobiol*. 2012;54:293-310.
- Schieber MH. Constraints on somatotopic organization in the primary motor cortex. *J Neurophysiol*. 2001;86:2125-43.
- Plow EB, Arora P, Pline MA, Binstock MT, Carey JR. Within-limb somatotopy in primary motor cortex—Revealed using fMRI. *Cortex*. 2010;46:310-21.
- Lotze M, Erb M, Flor H, Huelsmann E, Godde B, Grodd W. fMRI evaluation of somatotopic representation in human primary motor cortex. *Neuroimage*. 2000;11:473-81.
- Beisteiner R, Gartus A, Erdler M, Mayer D, Lanzenberger R, Deecke L. Magnetoencephalography indicates finger motor somatotopy. *Eur J Neurosci*. 2004;19:465-72.
- Aflalo TN, Graziano MS. Possible origins of the complex topographic organization of motor cortex: Reduction of a multidimensional space onto a two-dimensional array. *J Neurosci*. 2006;26:6288-97.
- Graziano MS, Aflalo TN. Mapping behavioral repertoire onto the cortex. *Neuron*. 2007;56:239-51.
- Capaday C, Ethier C, van Vreeswijk C, Darling WG. On the functional organization and operational principles of the motor cortex. *Front Neural Circuits*. 2013;7:66.
- Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. I. Motor output organization. *J Neurophysiol*. 1982;48:139-49.
- Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. II. Somatosensory input organization. *J Neurophysiol*. 1982;48:150-9.
- Matelli M, Luppino G. Parietofrontal circuits for action and space perception in the macaque monkey. *Neuroimage*. 2001;14(1 Pt 2):S27-32.
- Bodegard A, Geyer S, Grefkes C, Zilles K, Roland PE. Hierarchical processing of tactile shape in the human brain. *Neuron*. 2001;31:317-28.
- Stoesz MR, Zhang M, Weisser VD, Prather SC, Mao H, Sathian K. Neural networks active during tactile form perception: Common and differential activity during macrospatial and microspatial tasks. *Int J Psychophysiol*. 2003;50:41-9.
- Rothwell JC. Overview of neurophysiology of movement control. *Clin Neurol Neurosurg*. 2012;114:432-5.
- Moya-Albiol L, Herrero N, Bernal MC. Bases neuronales de la empatía. *Rev Neurol*. 2010;50:89-100.
- Garrison KA, Winstein CJ, Aziz-Zadeh L. The mirror neuron system: A neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24:404-12.
- Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. *Curr Opin Neurobiol*. 2008;18:179-84.
- Cattaneo L, Rizzolatti G. The mirror neuron system. *Arch Neurol*. 2009;66:557-60.
- Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: Interpretations and misinterpretations. *Nat Rev*. 2010;11:264-74.
- Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS Biol*. 2005;3:e79.
- Ertelt D, Hemmelmann C, Dettmers C, Ziegler A, Binkofski F. Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficits in paretic stroke patients: Protocol of a randomized clinical trial. *BMC Neurol*. 2012;12:42.
- Coricelli G. Two-levels of mental states attribution: From automaticity to voluntariness. *Neuropsychologia*. 2005;43:294-300.

30. Cirstea MC, Levin MF. Improvement of arm movement patterns and endpoint control depends on type of feedback during practice in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21:398–411.
31. Sharma N, Baron JC, Rowe JB. Motor imagery after stroke: Relating outcome to motor network connectivity. *Ann Neurol*. 2009;66:604–16.
32. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke? *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23:313–9.
33. Nudo RJ. Plasticity. *NeuroRx*. 2006;3:420–7.
34. Bengoetxea H, Ortuzar N, Bulnes S, Rico-Barrio I, Lafuente JV, Argandoña EG. Enriched and deprived sensory experience induces structural changes and rewires connectivity during the postnatal development of the brain. *Neural Plast*. 2012;2012:305693.
35. Warraich Z, Kleim JA. Neural plasticity: The biological substrate for neurorehabilitation. *PM R*. 2010;2(12 Suppl 2):S208–19.
36. Lafuente JV, Ortuzar N, Bengoetxea H, Bulnes S, Argandoña EG. Vascular endothelial growth factor and other angiogenic factors: Key molecules in brain development and restoration. *Int Rev Neurobiol*. 2012;102:317–46.
37. Langer N, Hanggi J, Muller NA, Simmen HP, Jancke L. Effects of limb immobilization on brain plasticity. *Neurology*. 2012;78:182–8.
38. Pomeroy V, Tallis R. Neurological rehabilitation: a science struggling to come of age. *Physiother Res Int*. 2002;7:76–89.
39. Argandoña EG, Bengoetxea H, Lafuente JV. Physical exercise is required for environmental enrichment to offset the quantitative effects of dark-rearing on the S-100beta astrocytic density in the rat visual cortex. *J Anat*. 2009;215:132–40.
40. Liu KP, Chan CC, Lee TM, Hui-Chan CW. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1403–8.
41. Page SJ, Levine P, Leonard A. Mental practice in chronic stroke: Results of a randomized, placebo-controlled trial. *Stroke*. 2007;38:1293–7.
42. Franceschini M, Ceravolo MG, Agosti M, Cavallini P, Bonassi S, Dall’Armi V, et al. Clinical relevance of action observation in upper-limb stroke rehabilitation: A possible role in recovery of functional dexterity. A randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26:456–62.



**ANNEX 14. Estratègies de cerca i resultats de la Revisió bibliogràfica 2**

MODALITAT A. **Paraules clau o descriptors MeSH** sobre els temes d'estudi tals com “*cerebral cortex*”, “*cognition*”, “*compensation*”, “*cortical organization*”, “*impairment*”, “*motor control*”, “*movement deficits*”, “*neurocognitive*”, “*neuronal plasticity*”, “*physical therapy*”, “*recovery*”, “*somatosensory*”, “*stroke*” o “*upper limb*” així com altres termes utilitzats en el primer article com “*mental imagery*”, “*mirror neurons*”, “*motor imagery*” i “*rehabilitation*”. Es van combinar entre sí i amb booleans AND i OR de la següent manera:

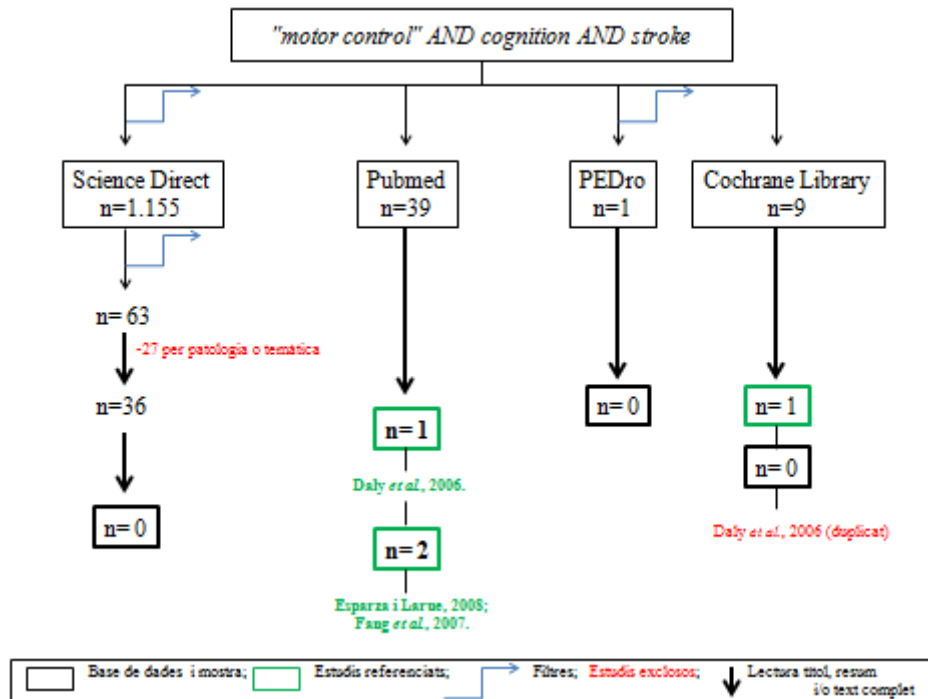
*"motor control" AND cognition AND stroke*: Amb la cerca avançada a Science Direct, a través dels filtres per camp d'investigació (*Neuroscience*), període de cerca (del 2003 fins al present) així com tipologia d'articles (recerca o revisió) es van obtenir 1.155 resultats, els quals, successivament, es van filtrar per tòpic escollint aquells en relació a les paraules claus o descriptors o a temes d'interès com “*motor imagery*”, “*sensorimotor cortex*”, “*task*”, entre d'altres. No s'admeten aquells que es relacionen amb d'altres patologies que no siguin l'ictus. Es va obtenir una n=63. Després de revisar-los, a través de lectura dels títols, se'n van eliminar 27 (criteris de selecció) ja que hi constaven termes de diverses patologies o temàtica (malgrat el filtre anterior) tals com “*Alzheimer*”, “*Parkinson*”, “*brain injury*” o “*depressed patients*”, etc. Es va procedir a la lectura dels resums i textos complets dels 36 estudis restants però, finalment, no se n'ha utilitzat cap per la revisió en qüestió.

A través de Pubmed es van obtenir 39 resultats. A partir del títol, es va passar a la lectura dels resums i textos complets interessants (es relacionen amb estudis sobre la cognició com la imatge motora, entre d'altres). Finalment, se'n va utilitzar un (Daly *et al.*, 2006), el qual va portar a la lectura i utilització d'altres articles (*related citations in Pubmed*) com el d'Esparza i Larue, 2008 i l'estudi de Fang *et al.*, 2007. El mateix article de Daly es va trobar com a *trial* en la cerca a la *Cochrane Library* (n=2). A més, de revisions pròpies de la *Cochrane* se'n van trobar 7 de les quals 6 van ser descartades un cop llegit el títol i 1 amb la lectura del resum (criteris de selecció).

La cerca simple amb les paraules claus a PEDro no va donar cap resultat. Amb cerca avançada s'utilitza el terme “*motor control*” i s'acota amb els camps de subdisciplina (*neurology*), part del cos (*upper limb*), tòpic (*neurotrauma*) i mètode (*clinical trial*). Se'n



va obtenir un d'adequat que després de la seva lectura no va resultar útil. Canviant “clinical trial” a “systematic review” no es va trobar cap resultat (Diagrama 4).



**Diagrama 4.** Estratègia de cerca: “motor control” AND cognition AND stroke

Exemple de cerca a Pubmed:

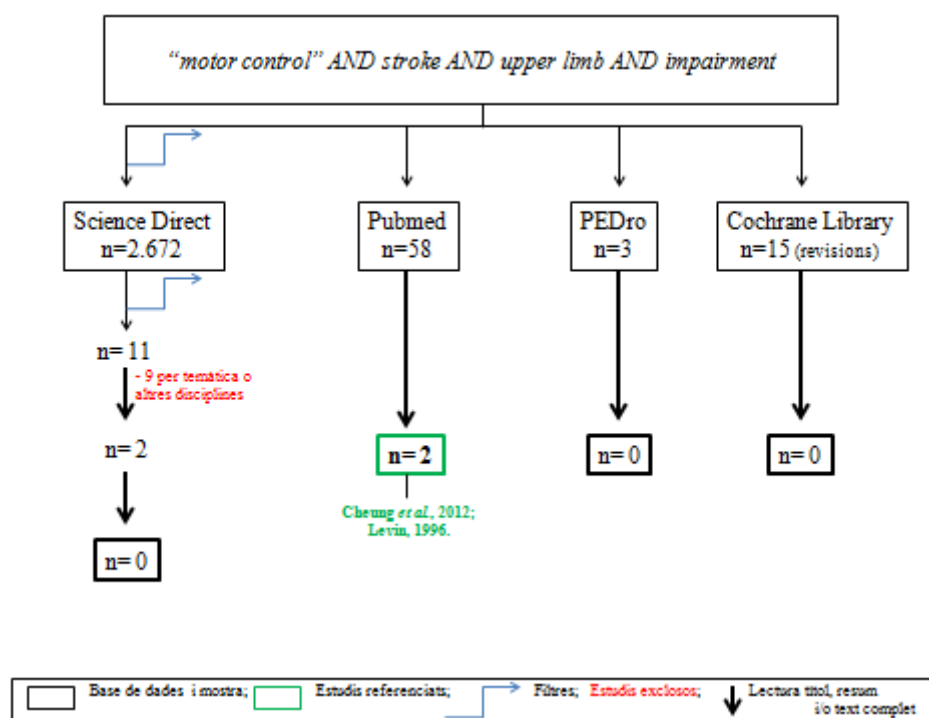
"motor control"[All Fields] AND (("cognition"[MeSH Terms] OR "cognition"[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]))

“motor control” AND stroke AND upper limb AND impairment: Es van considerar els 11 resultats de Science Direct obtinguts a través del filtratge dels inicials 2.672 estudis trobats amb la cerca avançada amb paraules clau + 2003-present + camp d’investigació (*Neuroscience*) + revistes i llibres acadèmics. Aquests 2.672 es van filtrar successivament per títol de la publicació (*clinical neurophysiology*), títol d’interès per trobar informació sobre la clínica i per tòpic (“stroke”, “upper limb” i “motor cortex”). Tot i així, després de la lectura dels 11 títols i resums, només 2 són seleccionats, però, un cop llegits al complet, tampoc han estat citats.

Amb la cerca per Pubmed, sense filtres, van aparèixer 58 resultats. Després de la selecció per títol i resum (criteris de selecció), i de la posterior lectura completa del text, se n’han citat dos en la present revisió: Cheung *et al.*, 2012 i Levin, 1996. Malgrat ser del 1996, es

va considerar aquest darrer article per procedir d'un autor important en la temàtica i del qual se n'han citat d'altres seus estudis tant en aquesta com en la primera revisió. Alhora, aquest article també forma part de la bibliografia dels seus estudis. Tres articles són *trials* duplicats de la *Cochrane Library* que no han estat utilitzats. Pel què fa a les revisions Cochrane (n=15) s'han descartat totes per ser repetides de la cerca anterior a la mateixa *Cochrane Library* o bé, per incloure, en el títol o resum, temàtiques no relacionades amb el tema com la toxina botulínica, farmacologia, l'estimulació elèctrica transcranial o la teràpia musical, entre d'altres (criteris de selecció).

La cerca simple a PEDro va resultar en 3 estudis. Cap va resultar interessant després d'haver efectuat una lectura dels títols i resums (Diagrama 5).



**Diagrama 5.** Estratègia de cerca: "motor control" AND stroke AND upper limb AND impairment

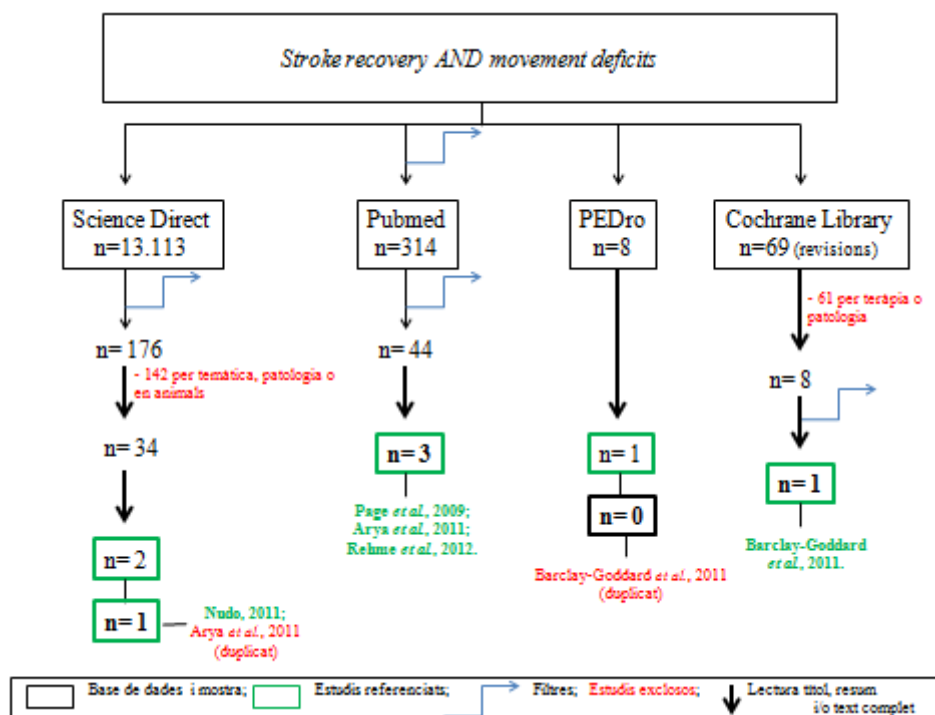
Exemple de cerca a Pubmed:

"motor control"[All Fields] AND (("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND ("upper extremity"[MeSH Terms] OR ("upper"[All Fields] AND "extremity"[All Fields]) OR "upper extremity"[All Fields] OR ("upper"[All Fields] AND "limb"[All Fields]) OR "upper limb"[All Fields]) AND impairment[All Fields])

*Stroke recovery AND movement deficits*: La cerca realitzada a Science Direct a través d'aquestes paraules clau va permetre trobar 13.113 estudis. Davant de la gran quantitat de resultats es van aplicar filtres per anys (del 2009 al present), per tòpic (centrats en aspectes relacionats amb l'ictus o el moviment com “*brain injury*”, “*motor cortex*”, “*ischemic stroke*”, “*stroke*” i “*stroke patient*”) i únicament revistes. Es van reduir a 176 estudis, els quals van ser revisats tots per títol observant-se que, malgrat els filtres, molts es referien a temes prèviament exclosos en els criteris com “*child*”, “*language*”, “*rem sleep*” o “*spinal cord*” o bé, es realitzaven en rates, micos o models d'animals. Un cop fet aquest cribatge per títol, es van considerar 34 articles dels quals se'n van llegir tots els resums i se'n va fer la posterior lectura completa. Un estudi interessant (Arya *et al.*, 2011) consta com a duplicat en relació a la mateixa cerca realitzada a Pubmed. Finalment, dels 33 restants, se'n va utilitzar un altre, d'un autor ja citat en l'anterior revisió però amb un estudi més actual (Nudo, 2011).

La cerca inicial a Pubmed per paraules clau va resultar en 314 estudis. Per acotar millor els resultats, es va continuar amb els filtres de tipologia d'articles (assajos clínics, revisió sistemàtica i revisió), en humans i en un període de 5 anys des de la publicació. La cerca va donar 44 estudis, 3 dels quals van ser els escollits per la revisió (Page *et al.*, 2009; Arya *et al.*, 2011; Rehme *et al.*, 2012).

La mateixa cerca a PEDro (cerca simple) va permetre obtenir 8 resultats, un dels quals dels autors Cirstea i Levin de l'any 2006, que finalment no ha estat utilitzat, i un altre de la *Cochrane Library* (Barclay-Goddard *et al.*, 2011). Aquest mateix article es va trobar directament a través de la *Cochrane Library*, d'on en sortien 69 revisions Cochrane. Es van revisar per títols resultant-ne 8 d'interessants, inclòs el citat de Barclay-Goddard *et al.* (trobat també a PEDro). La resta es van descartar per tractar sobre teràpies concretes com la CIMT, la toxina botulínica o l'electroestimulació o bé, sobre patologies diferents a l'ictus (criteris de selecció). Aquests 8 resultats van ser ordenats per rellevància. L'article duplicat amb PEDro era el primer de la llista i, finalment, aquest ha estat l'únic utilitzat (Diagrama 6).



**Diagrama 6.** Estratègia de cerca: *Stroke recovery AND movement deficits*

Exemple de cerca a Pubmed:

```
(("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND recovery[All Fields]) AND
(("movement"[MeSH Terms] OR "movement"[All Fields]) AND deficits[All Fields])
AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Review[ptyp] OR systematic[sb]) AND
("2008/09/01"[PDAT] : "2013/09/31"[PDAT]) AND "humans"[MeSH Terms])
```

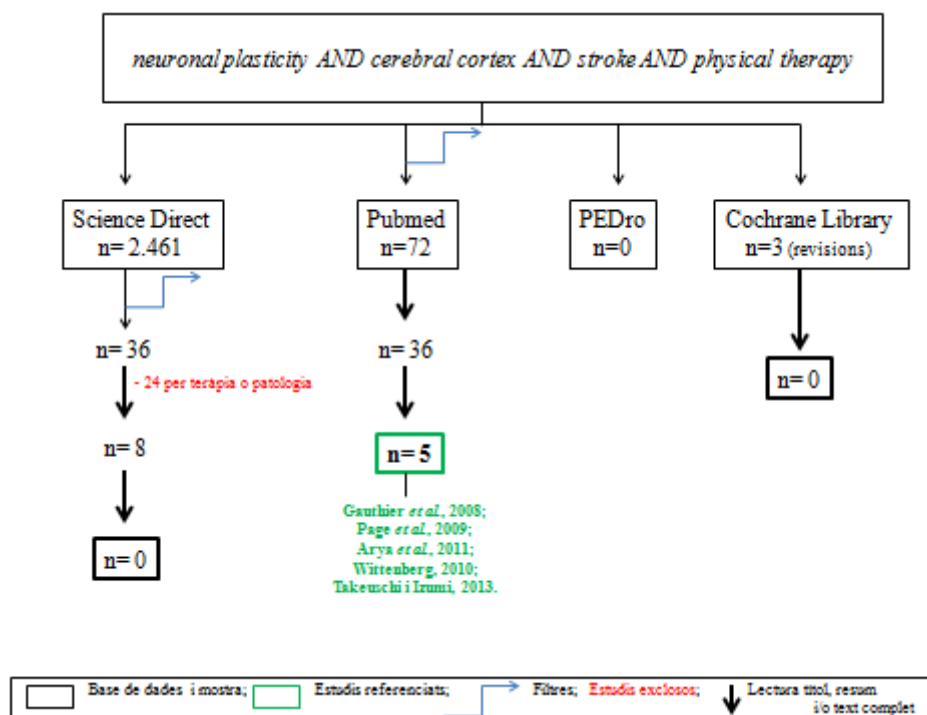
Tenint present que la combinació de termes tant genèrics però importants com són *neuronal plasticity AND stroke* podria repercutir en l'obtenció d'un excessiu nombre de resultats en qualsevol de les bases de dades a consultar, es va optar per utilitzar conjuntament més paraules clau i/o descriptors MeSH així com per filtrar, sobretot, en terme d'anys de publicació (10 anys) i/o tipologia d'estudi:

*Neuronal plasticity AND cortical organization AND stroke*: A Pubmed i amb el filtre de la data de publicació a 10 anys es van obtenir 33 resultats dels quals s'han utilitzat 4 estudis (Gauthier *et al.*, 2008; Sharma *et al.*, 2009; Wittenberg, 2010; Kolb, 2012).

Exemple de cerca a Pubmed:

```
((("neuronal plasticity"[MeSH Terms] OR ("neuronal"[All Fields] AND "plasticity"[All Fields]) OR "neuronal plasticity"[All Fields]) AND ("kidney cortex"[MeSH Terms] OR ("kidney"[All Fields] AND "cortex"[All Fields]) OR "kidney cortex"[All Fields] OR "cortical"[All Fields] OR "cerebral cortex"[MeSH Terms] OR ("cerebral"[All Fields] AND "cortex"[All Fields]) OR "cerebral cortex"[All Fields] OR "cortical"[All Fields] OR "adrenal cortex"[MeSH Terms] OR ("adrenal"[All Fields] AND "cortex"[All Fields]) OR "adrenal cortex"[All Fields]) AND ("organisation"[All Fields] OR "organization and administration"[Subheading] OR ("organization n"[All Fields] AND "administration"[All Fields]) OR "organization and administration"[All Fields] OR "organization"[All Fields] OR "organizations"[MeSH Terms] OR "organizations"[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields])) AND ("2004/01/28"[PDat] : "2014/01/25"[PDat]).
```

L'anterior cerca es va realitzar únicament a Pubmed perquè, posteriorment, es va considerar necessari ampliar la visió de la cerca amb l'eliminació del terme "*cortical organization*" i orientant-la més a l'interès del present treball, afegint-hi els termes MeSH "*cerebral cortex*" i "*physical therapy*": *neuronal plasticity AND cerebral cortex AND stroke AND physical therapy*, mantenint el filtre dels 10 anys des de la publicació. Amb Pubmed es van obtenir 72 resultats. No hi va haver cap duplicat amb la cerca realitzada a Science Direct, en la qual després d'obtenir a l'inici una n=2.461, aquesta es va filtrar també per anys (2004-present), per títol de la publicació (s'eliminen aquelles relacionades amb la farmacologia i la psiquiatria), únicament en revistes científiques i per tòpic ("*brain injury*", "*motor cortex*", "*nervous system*" i "*stroke*") per obtenir 36 estudis. Després de la revisió per títol dels resultats de Pubmed i Science Direct, es realitza la lectura de resums i/o textos complets de 36 i 8 estudis, respectivament, i se n'utilitzen finalment 5 (Pubmed) en la present revisió. Els descartats feien referència sobretot, al tractament amb fàrmacs o bé a d'altres patologies. Quatre dels escollits van ser considerats importants justament perquè també havien aparegut en d'altres cerques, mostrant així que, buscant de diferent manera però sempre entorn a la temàtica de la segona revisió, acabaven sent sempre resultats destacats (Gauthier *et al.*, 2008; Page *et al.*, 2009; Arya *et al.*, 2011 i Wittenberg, 2010). A més a més, s'afegeix un nou estudi (Takeuschi i Izumi, 2013) (Diagrama 7).



**Diagrama 7.** Estratègia de cerca: *neuronal plasticity AND cerebral cortex AND stroke AND physical therapy*

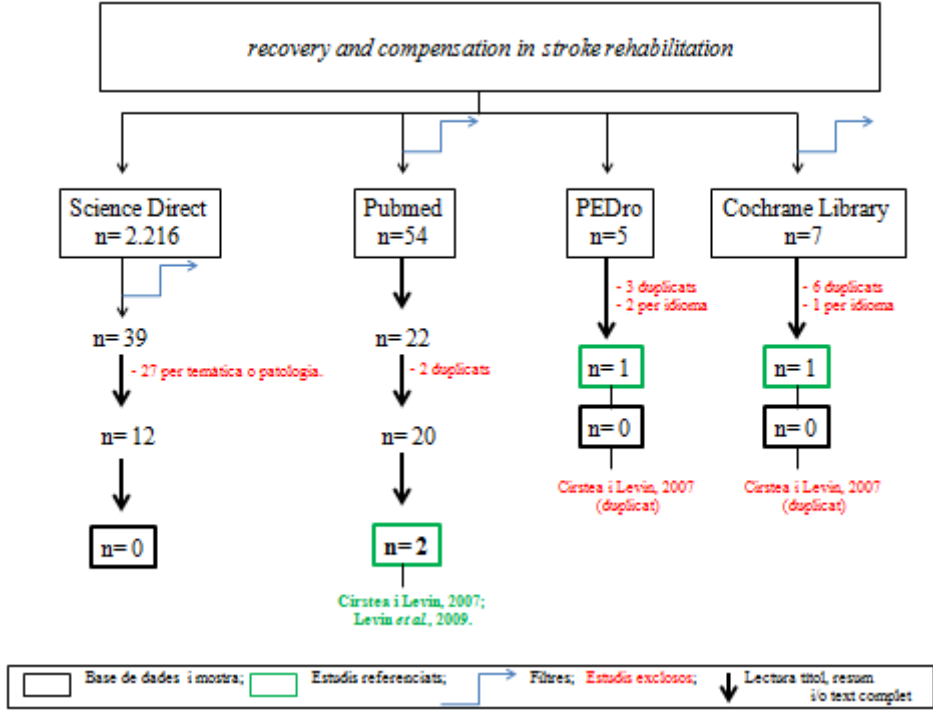
A través de la *Cochrane Library* es van obtenir 3 revisions. Cap va resultar interessant després d’haver efectuat una lectura per títols i resums (es referien a tractaments fora de l’interès de la revisió com l’estimulació directa transcranial, la CIMT o l’ús d’amfetamines en l’ictus).

La mateixa cerca a PEDro no donava cap resultat i es va optar per provar combinacions diferents. El terme “*cerebral cortex*” feia que no sorgissin resultats i tampoc s’identificava correctament el MeSH “*neuronal plasticity*” de manera que aquest es va canviar per “*plasticity*” i es va combinar de la següent manera: *plasticity AND stroke AND physical therapy*, per donar 4 resultats, dels quals dos eren revisions potencialment interessants per títol i resum. Posteriorment, però, es va trobar que una d’elles era un duplicat de Pubmed i l’altra va ser llegida al complet però, finalment, no va ser tampoc utilitzada.

Exemple de cerca a Pubmed:

((("neuronal plasticity"[MeSH Terms] OR ("neuronal"[All Fields] AND "plasticity"[All Fields]) OR "neuronal plasticity"[All Fields]) AND ("cerebral cortex"[MeSH Terms] OR ("cerebral"[All Fields] AND "cortex"[All Fields]) OR "cerebral cortex"[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND ("physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR ("physical"[All Fields] AND "therapy"[All Fields] AND "modalities"[All Fields]) OR "physical therapy modalities"[All Fields] OR ("physical"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "physical therapy"[All Fields])) AND ("2004/01/28"[PDat] : "2014/01/25"[PDat]).

Per completar la informació sobre un aspecte important i considerat ja en d'altres estudis (Ayra *et al.*, 2011 o Wittenberg, 2010) com és la diferenciació entre recuperació i compensació, es va realitzar la següent cerca: *recovery and compensation in stroke rehabilitation* (Diagrama 8 ).



**Diagrama 8.** Estratègia de cerca: *recovery and compensation in stroke rehabilitation*

A Science Direct es van obtenir inicialment 2.216 resultats que, un cop filtrats, principalment, per anys (del 2004 fins al present), per tòpic (“*brain injury*”, “*functional recovery*”, “*motor cortex*”, “*patient*”, “*phys med*”, “*stroke*”, “*stroke patient*” i “*upper limb*”) i únicament a revistes, van resultar en una n=39, dels quals realment feien referència a la temàtica d’estudi uns 12 (apareixien en el títol, malgrat els filtres, estudis relatius al

llenguatge o bé, a d'altres afectacions) però no se n'ha citat cap. La cerca de Pubmed amb el filtre de 10 anys des de la seva publicació va donar 54 estudis, quedant-ne 22 després de la selecció a través de la lectura dels títols i resums. Dos d'aquests són duplicats de Science Direct i finalment, se'n citen dos, d'autors ja coneguts i estudis referenciats també a la primera revisió (Cirstea i Levin, 2007; Levin *et al.*, 2009). L'article del 2007 apareixia també a través de PEDro i de la *Cochrane Library*. En aquesta última, la cerca es va realitzar filtrant a través de títol, resum i paraules clau, i l'article apareixia com l'estudi més rellevant. Dels 7 resultats de Cochrane, cap era revisió Cochrane sinó *trials*, 6 dels quals eren duplicats de Pubmed, inclòs l'utilitzat per la revisió, i el restant era un article en xinès. Es va realitzar, posteriorment, una cerca més àmplia eliminant el filtre i es van obtenir 22 revisions Cochrane però no en va interessar cap, un cop revisades per títol i resums. La cerca a PEDro, amb 5 resultats, no va aportar cap estudi nou (3 duplicats amb Pubmed i Cochrane i 2 articles xinesos que es descarten, essent un coincident amb el de la *Cochrane Library*).

Exemple de cerca a Pubmed:

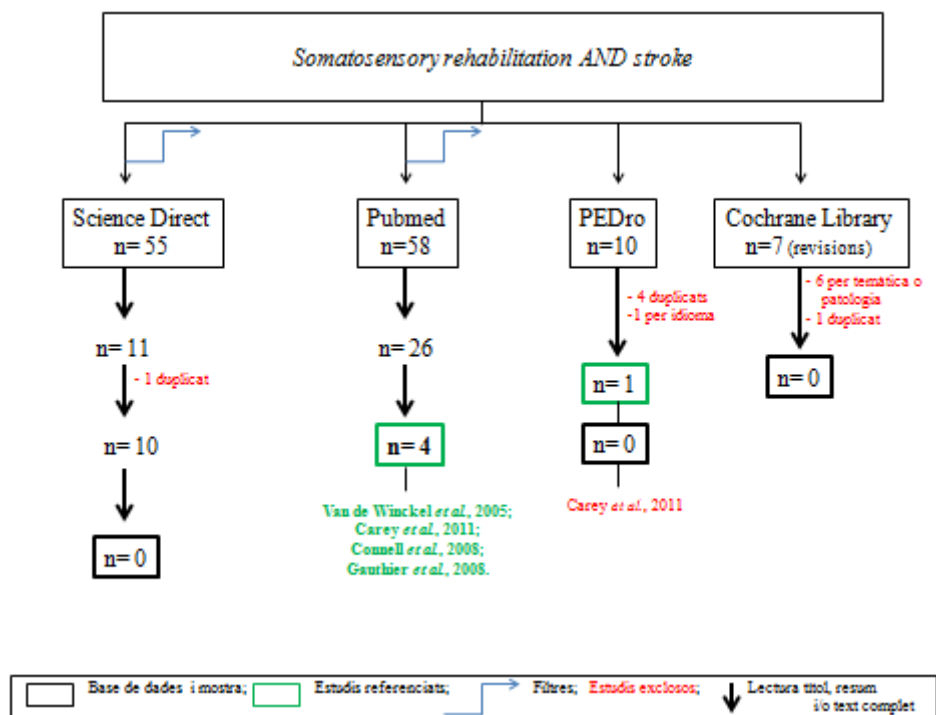
```
(recovery[All Fields] AND ("compensation and redress"[MeSH Terms] OR
("compensation"[All Fields] AND "redress"[All Fields]) OR "compensation and
redress"[All Fields] OR "compensation"[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms]
OR "stroke"[All Fields]) AND ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[All
Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms])) AND ("2004/10/25"[PDAT] :
"2013/10/22"[PDAT])
```

*Somatosensory rehabilitation AND stroke*: Tant a Science Direct com a Pubmed es van aplicar els filtres de tipologia d'articles a revistes (articles originals o revisions) amb 10 anys des de la seva publicació. Es van obtenir 55 i 58 estudis, respectivament però, després de la selecció a través de la lectura de títol i/o resum, en van resultar 11 i 26, dels quals 1 apareixia en ambdues bases de dades. Després de la lectura completa dels articles restants, finalment es van obtenir 4 estudis de Pubmed (Van de Winckel *et al.*, 2005; Carey *et al.*, 2011; Connell *et al.*, 2008 i el ja trobat anteriorment, Gauthier *et al.*, 2008).

Les cerques a través de PEDro i la *Cochrane Library* no van aportar nous resultats. En concret, amb la cerca simple a PEDro se'n van trobar 10: un es va descartar per l'idioma (xinès) i dels 9 restants, 5 no van resultar interessants amb la lectura de títol i resums



mentre que dels 4 possibles, tots eren duplicats de Pubmed i, entre ells, l'estudi escollit de Carey *et al.*, 2011. Amb la cerca a la *Cochrane Library* es van obtenir 7 revisions Cochrane, considerant-ne una d'interessant després de descartar la resta per temàtiques o patologies diferents a les d'interès com el dolor neuropàtic, infants prematurs o la malaltia de Parkinson, entre d'altres. Tot i així, aquesta revisió és un dels duplicats amb Pubmed i que finalment, no s'ha citat (Diagrama 9).



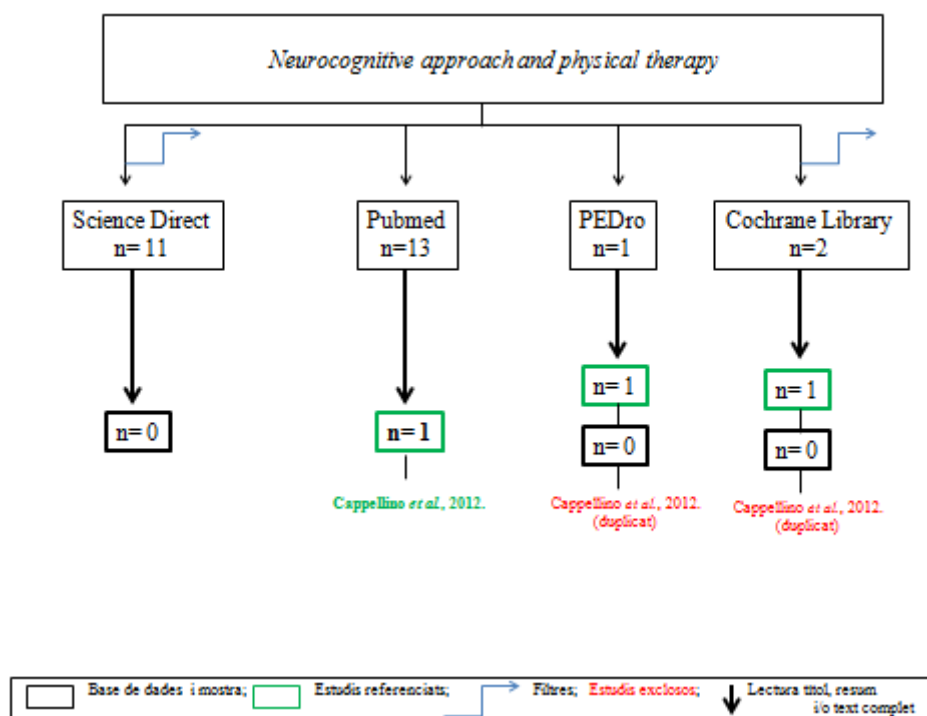
**Diagrama 9.** Estratègia de cerca: *Somatosensory rehabilitation AND stroke*

Exemple de cerca a Pubmed:

```
(somatosensory[All Fields] AND ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms])) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Review[ptyp] OR systematic[sb]) AND ("2004/01/01"[PDAT] : "2013/12/31"[PDAT]))
```

*Neurocognitive approach and physical therapy*: Cerca dirigida a trobar informació sobre l'abordatge terapèutic d'interès. Per tal de no dispersar la cerca en d'altres possibles camps on la paraula “*neurocognitive*” adquireix un significat diferent com són la psiquiatria o d'altres disciplines mèdiques, a Science Direct es va acotar el camp a “*Neuroscience*”, però sense filtrar per anys. Malgrat això, els resultats van ser inexistents i es va canviar el camp

a “*Psychology*”, obtenint-ne 11 resultats, que tampoc han resultat idonis al tema. A Pubmed, sense cap filtre, es van obtenir 13 resultats, dels quals un de molt rellevant perquè es referia justament a la proposta de tractament de la revisió: Cappellino *et al.*, 2012. Aquest mateix és l’únic que apareix a PEDro amb la mateixa cerca i, també, a la *Cochrane Library* a través de la cerca per títol, resum i paraules clau. Posteriorment, es va ampliar la cerca eliminant el filtre inicial i van aparèixer 45 revisions Cochrane però cap va acabar sent útil ja que es referien a trastorns o patologies com l’esquizofrènia o els desordres obsessions compulsius, entre d’altres (criteris de selecció) (Diagrama 10).



**Diagrama 10.** Estratègia de cerca: *Neurocognitive approach and physical therapy*

Exemple de cerca de Pubmed:

```
neurocognitive[All Fields] AND approach[All Fields] AND ("physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR ("physical"[All Fields] AND "therapy"[All Fields] AND "modalities"[All Fields]) OR "physical therapy modalities"[All Fields] OR ("physical"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "physical therapy"[All Fields])
```

MODALITAT B. **Actualització de les cerques** de la primera revisió bibliogràfica relacionades amb “*mental imagery*”, “*mirror neurons*”, “*motor imagery*”, i “*rehabilitation*” així com els seus autors de referència per tal d’obtenir nous resultats i/o més actuals.

MODALITAT C. Cerques centrades en un **autor de referència** com Perfetti C o Van De Winckel A:

Perfetti C: Pel seu important pes en el contingut de la present revisió, es va realitzar una cerca directament en l'autor referent de l'abordatge terapèutic que s'hi exposa: *Perfetti C[Author]*. Va caldre discernir entre diferents possibles autors ja que principalment apareixia Perfetti CA, però amb arguments en l'àmbit del llenguatge i no en la rehabilitació física, fet que el descartava. Dels 96 resultats obtinguts, únicament a Pubmed, n'han estat útils 3 de gran rellevància i actuals i que han permès també establir relació amb els estudis d'una altra autora com és Ann Van De Winckel (Van De Winckel *et al.*, 2005 i Van De Winckel *et al.*, 2012). Es van buscar possibles nous resultats d'aquesta autora a través de la cerca: *Van De Winckel, Ann[Author]* i *Van De Winckel A[Author]*. A PEDro no s'obté cap resultat dels dos autors (ni per cerca simple ni avançada per autor) i, a través de la *Cochrane Library*, apareixien 7 resultats per Perfetti C i 3 per Van De Winckel A, però realment només 1 i 2 estudis, respectivament, corresponien a cada autor. D'aquests, però, no se n'ha utilitzat cap ja que es referien a una escala de valoració en ictus realitzada per ambdós autors o bé, als efectes de la música en pacients amb demència, temes fora de l'interès de la present revisió bibliogràfica.

MODALITAT D. L'estudi de Cappellino *et al.*, 2012 va ser publicat a una revista científica important en el camp de la neurologia i alhora italiana, país d'origen de la proposta terapèutica d'estudi, cosa que va fer dirigir una **cerca directament a la revista** acotant amb el terme "*neurocognitive*": "*European journal of physical and rehabilitation medicine*"[*Journal*] AND *neurocognitive*[*All Fields*], aportant 2 nous estudis actuals sobre l'abordatge terapèutic en qüestió: Zangrando *et al.*, 2014 i Marzetti *et al.*, 2014.

MODALITAT E. S'ha citat l'**article resultant de la primera revisió bibliogràfica** (Sallés *et al.*, 2015) així com es va procedir a la relectura dels estudis obtinguts durant la realització del mateix i que havien estat o no finalment referenciats en la seva bibliografia. En aquesta segona revisió han estat considerats útils alguns dels ja citats en la primera (Strick i Preston, 1982; Bodegard *et al.*, 2001; Stoesz *et al.*, 2003; Garrison *et al.*, 2010; Cattaneo i Rizzolatti, 2009; Cirstea i Levin, 2007; Levin *et al.*, 2009; Langer *et al.*, 2012; entre d'altres) i d'altres que no (Bardouille *et al.*, 2010; Machado *et al.*, 2010; Miquée *et al.*, 2008; Schubert *et al.*, 2008,...).

MODALITAT F. En cada cerca s'han considerat les **citacions relacionades** amb els articles trobats, cosa que ha permès considerar més resultats finals.

MODALITAT G. La **bibliografia dels articles** llegits ha estat també font de noves cerques o resultats (Blennerhassett *et al.*, 2007; Richards *et al.*, 2008; Chanubol *et al.*, 2012, etc). També s'han consultat articles de la **mateixa revista de publicació** (*Physical Therapy Reviews*) però cap va semblar suficientment interessant com per arribar a ser citat.

MODALITAT H. **Google Acadèmic:** Es va utilitzar aquest metabuscador a través de les paraules clau sobre determinats temes de recerca (p.ex. *Motor control*) per identificar diferents llibres sobre la temàtica. El mateix es va realitzar amb les paraules de l'autor de referència (*Carlo Perfetti*). Tot això va portar a utilitzar el llibre de control i aprenentatge motor de Shumway-Cook i Woollacott, 2012 i els dos llibres de referència en castellà sobre l'abordatge rehabilitador que ocupa la present revisió: Perfetti, 1999 i Rodríguez-Larrad *et al.*, 2012 (capítol de llibre).



**ANNEX 15. Revisió bibliogràfica 2**



# A NEUROCOGNITIVE APPROACH TO RECOVERY OF MOVEMENT FOLLOWING STROKE

## **Authors:**

**Laia Sallés<sup>1</sup>, Xavier Gironès<sup>1</sup>, Patricia Martín-Casas<sup>2</sup>, José Vicente Lafuente<sup>3,4</sup>**

## **Affiliations:**

*1* Department of Physiotherapy, School of Health Sciences Manresa, Universitat de Vic-  
Universitat Central de Catalunya, Manresa, (Barcelona), Spain.

*2* Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Medical Hydrology. Infirmery,  
Physical Therapy and Chiropody School, Complutense University of Madrid, Madrid,  
Spain.

*3* LaNCE, Department of Neuroscience, Basque Country University (UPV/EHU),  
Leioa, Spain.

*4* Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile,  
Chile.

## **Address for correspondence:**

Laia Sallés Oller

Department of Physiotherapy, School of Health Sciences Manresa

Avinguda Universitària 4-6, 08242 Manresa (Barcelona), Spain

E-mail: [lsalles@umanresa.cat](mailto:lsalles@umanresa.cat)

**Declaration of interest and acknowledgment:** No conflicts of interest have been reported by the authors of this article. This work was partially supported by a grant from the Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia (SCBF, 2012), GIC (794/13) of the Basque government and the UFI 11/32 of the University of the Basque Country.



## **ABSTRACT**

**Background:** Most of the therapeutic and research interest following stroke has been directed toward motor impairments, relegating sensory and cognitive aspects involved in the quality of movement to a secondary role. Despite current neurophysiological advances, there are few studies in physical therapy that include all these aspects in stroke patients.

**Objectives:** The present work aimed to review the involvement of mirror neurons in recovering the quality of post-ictal movement in a physical therapy intervention.

**Major Findings:** Neurocognitive Therapeutic Exercise (NTE) is a therapeutic approach that includes observation and motor imagery, among others, as perceptual and cognitive functions that generate experiences and afferent information flows without motor activity. Although this approach has shown to be effective on pain and function in shoulder and knee disorders, there is a paucity of evidence in stroke. NTE considers recovery as a learning process, the movement as a means to know and the body as a surface receptor for information. Aspects such as increasing experience, feedback or mirror neurons functions are used to allow movement to be improved quantitatively and qualitatively. This could be achieved through the activation of pre-existing neural patterns before the stroke.

**Conclusions:** The neurocognitive approach represents a novel and safe therapeutic intervention supported by neuroscience research. Its implementation in physical therapy could facilitate motor learning in stroke patients. Nevertheless, further research into cognitive strategies in neurological rehabilitation is required to demonstrate their effectiveness.

**Key words:** Learning; Mental processes; Mirror neurons; Neuronal plasticity; Stroke.

## **Introduction**

Stroke is the third leading cause of death in the Western world. Despite advances in prevention and early care, stroke represents also the leading cause of disability in this population and it produces important physical, psychological and social consequences.<sup>1,2</sup>

The most common manifestations are paresis<sup>3</sup>, decreasing movement fragmentation, excessive stretch resistance and the presence of synergies.<sup>4,5</sup> The reduction or abolition of touch or proprioception hinders the recognition of spatial and/or location of objects or indeed the movements themselves.<sup>6-9</sup> Cognitive problems may also occur such as attention and memory deficits, language disorders, or difficulties in the ability to imagine, to solve problems or make decisions.<sup>2</sup> All these changes involve important socio-economic impacts, affecting the performance of daily activities of the patient and family.<sup>2,10</sup> Therefore, the role of neurological rehabilitation is of utmost importance, in which physical therapy is one of the central elements.<sup>10,11</sup> Both in therapeutic care and scientific research, much of the emphasis has been placed on motor deficits after acute phase<sup>10</sup> while sensory and cognitive impairments involved in the quality of movement have not received the same dedication.<sup>7,12</sup>

The aim of this review is to introduce cognitive functions such as action observation and motor imagery involved in the complex motor organization of the cerebral cortex to propose a therapeutic approach that considers these strategies for fostering movement recovery in stroke patients.

### **Cognitive functions in motor cortical organization: the role of mirror neurons**

Neuroplasticity research shows that afferent information and own experiences are responsible for the reorganization of the circuits in the central nervous system (CNS) in both healthy subjects and stroke patients.<sup>13,14</sup>

In clinical practice it is important to find the most appropriate way to intervene and guide those actions that promote remodelling of neural circuits for the restoration of the impaired functions. Nature and duration of these experiences will be crucial for brain reorganization.<sup>13,15,16</sup>

The classical concept of the homunculus proposed by *Penfield* (somatotopic and unique movement organization) has been exceeded by the electrophysiological and neuroimaging techniques.<sup>17,18</sup> Nowadays, the motor organization is considered as a system which activates different interrelated areas in the CNS (cerebral areas from frontal and parietal lobes, spinal cord, etc). There is a motor system with the fronto-parietal circuits as a common neural substrate of motor and sensory information and it includes cognitive functions such as action observation, imitation and empathy, among others.<sup>18,19</sup> The mirror neurons have the main responsibility for these functions, by understanding the action and intentions of others.<sup>20,21</sup> They represent a set of visuo-motor neurons located in the fronto-parietal region which are activated when the action is performed by oneself but also whether the same or a similar action is observed while being performed by another person.<sup>20,22,23</sup> Several studies in stroke patients<sup>24-26</sup> propose the mirror neuron system (MNS) as a way to access the motor system, promote cortical reorganization and functional recovery through action observation, motor imagery and imitation.<sup>20,27</sup> They are all perceptual and cognitive experiences and actions that generate flows of afferent information without motor activity.<sup>19</sup> For better clinical practice it is crucial to understand and apply therapeutic approaches that consider this knowledge about plasticity, multiple representation and the overlap between areas (as opposed to the unique and somatotopic *Penfield's* homunculus) as well as the systemic functional motor organization and the role of mirror neurons.<sup>19,28,29</sup> Further research

studies are required on the parameters of application of these cognitive strategies such as their intensity, duration and others.<sup>15,30,31</sup>

### **Therapeutic approaches in stroke physical therapy**

Physical therapy in stroke patients can be approached from two different points of view:<sup>10,29,32-34</sup> recovery that works for the restitution or restoration of the same movement patterns existing prior stroke, focusing the therapeutic intervention more on the quality of execution rather than on the end result; and compensation that seeks to develop new movement patterns resulting from the adjustment or replacement, namely, the functions are assumed, replaced or substituted by other parts. Functionally, what matters is to complete the task, regardless of how it is actually performed.

Several studies on upper extremity movement in stroke patients<sup>35,36</sup> show that there is a greater activation in the contralateral motor areas, particularly in the primary motor area (M1), the bilateral premotor cortex and the supplementary motor area compared with healthy subjects. Furthermore, those studies correlated the activation of these areas and its intensity with the severity of motor deficits whereas ipsilateral M1 and contralateral cerebellum activation are associated with better motor performance. Thus, therapeutic interventions that lead to the reorganization of the CNS following stroke through the activation of the original neural patterns are needed.

Although the interest in neurorehabilitation practice may have been the rapid restoration of activities of daily living even with compensatory mechanisms, increasingly, the objective of current therapeutic methods (constraint-induced movement therapy, robotic training, virtual reality...) is to promote neuroplasticity and motor recovery.<sup>15,29</sup> For this reason, strategies based on repetitive functional task with feedback are incorporated. Moreover, they should also consider impaired aspects beyond muscle strength such as the duration and speed of movement, its accuracy, fluency, trajectory, continuity, the

correlation between joints during movement performance, etc.<sup>10,37,38</sup> For example, the ability to perceive tactile information from the objects influences the adequacy of muscle strength in fine manipulation, essential in order to correctly pick up an object.<sup>7,9</sup> They represent the qualitative aspects of movement, allowing the individual's adaptation to different environmental conditions.<sup>10,37</sup> In addition, in order to perform such coordinated movements, it is necessary to address the treatment to the patient's motor and cognitive planning capacities (attentional process, decision making,...). On the whole, the relationship between motor control and cognitive function has to be considered as improvements in cognitive planning capacities along with quantitative and qualitative movement are observed.<sup>39,40</sup>

Motor control<sup>33,38,41</sup> is referred to in order to understand how the various structures cooperate and are related hierarchically and in parallel which will result in the correct performance of a movement; while motor learning refers to the acquisition or modification of movement through practice and experience.

For a successful recovery, each person must be considered individually and strategies must be used to transfer the improvements obtained in a specific situation to daily activities.<sup>10</sup> It is considered that the use of cognitive strategies such as motor imagery can foster both motor acquisition and its preparation for transfer to other contexts in stroke patients.<sup>41,42</sup> Furthermore, the use of cognitive rehabilitation strategies is not widespread and systematic, suggesting the need for additional studies on its clinical application.<sup>31,41</sup>

### **The neurocognitive approach**

Neurocognitive Therapeutic Exercise (NTE) or Cognitive Therapy Sensory Motor Training, also known as *Perfetti's* method is based on the Neurocognitive Rehabilitation theory. This approach considers that the quality of impaired functions recovery due to

injury, either spontaneously or guided by therapeutic intervention, depends on the type of cognitive processes activated and the mode of their activation.<sup>43-45</sup>

Cognitive processes such as attention, memory, perception, problem solving skills, ability to imagine or observe are essential to allow the person to be in contact with the environment and obtain information. This information can be used on other occasions and therefore can improve its action.<sup>41,43,44</sup>

Functions of MNS (observation, image and imitation of action) are involved in this therapeutic approach, in which cognition becomes the instrument to influence patient recovery.<sup>43-45</sup>

Recently, there have been studies on its effectiveness in orthopaedic diseases<sup>46-48</sup> but few on stroke. In addition, the intervention methodology is unclear.<sup>45,49</sup>

The Neurocognitive theory presents its neurophysiological bases through three principles that should be reflected in the exercises applied to the patient:<sup>43,44</sup>

a. Recovery as a learning process in pathological conditions; b. Movement as a means to know; c. The body as a surface receptor for information.

#### **a. Recovery as a learning process in pathological conditions**

Neuropsychological aspects of learning processes are very similar to those required for the recovery of the impaired functions in a stroke.<sup>44</sup> Neuropsychological processes should be activated in the patient's treatment and recovery as they allow knowledge and learning to take place and lead to biological changes in the cortical level.<sup>43,44</sup>

The Neurocognitive theory considers that the therapist (physiotherapist, occupational therapist or speech therapist) should show a pedagogical approach to obtain meaningful learning.<sup>43,44</sup> To do so, a task is proposed as a cognitive problem that the patient must solve. Spontaneously, the patients move in an altered and stereotyped way. However, the cognitive task aims to activate the patient's organizational capabilities in order to

generate a more complex movement. The solution of the problem requires the approach of perceptual hypothesis, i.e., anticipation of what will or must move in order to resolve it. Throughout the body movement, with or without the therapist's help, the comparison between what the patient expected (feedforward) and what actually happens (feedback) always occurs. In order to check the hypothesis, cognitive activation is necessarily required.<sup>43,44</sup>

In the late 90s, motor imagery in neurological rehabilitation was introduced.<sup>27,50</sup> Motor imagery involves the mental simulation of an action without motor execution.<sup>51</sup> It has become a helpful and frequently used therapeutic tool in NTE, as it is a previous representation of movement (feedforward) which facilitates the conscious access to the intention of moving and to the perceptive hypotheses, allowing motor performance and its cognitive perception to be united and thus enhancing motor learning.<sup>27,50</sup>

NTE has described different modes of its evocation for clinical practice, using the sensations on the affected side, the healthy side or observing the action of another person.<sup>44</sup> The use of motor imagery involves activation of the MNS, cortical reorganization and functional recovery through the interaction of vision, motor intention and proprioception (sensory information from the body).<sup>27</sup>

To facilitate the comparison between the previous (feedforward) and the simultaneous or subsequent sensory information (feedback), studies of the comparison process should be considered.<sup>52</sup> The comparison process must involve a structural alignment between two mental representations. This alignment becomes easier when there are more elements in common and the fewer differences between them. The search for relations of similarity and difference between the two representations is critical to other mental processes such as categorizing, managing emotions and predicting or solving problems.

Regarding the clinical application, the NTE proposes every exercise with the following structure: first, a cognitive problem is proposed; then, a perceptual hypothesis or motor imagery (feedforward) should be activated to solve the problem; finally, a comparison process must occur between the feedforward and the sensory information (feedback) that the patient is receiving during the therapeutic exercise.<sup>43,44</sup>

#### **b. Movement as a means to know**

Functionally, motor and parietal areas are connected through parieto-frontal circuits that establish a functional system.<sup>18,19</sup> The neurocognitive approach considers movement as an action, namely, as an activation system from central and peripheral zones in which sensory, cognitive and motor aspects are interrelated. The CNS constantly needs to collect information from the body and the objects (sensory) to organize (cognitive) its relationship with the environment through body movements (motor). Movement is seen as the body's ability to change in relation to a contextual environment.<sup>44</sup>

Among the studies on motor organization, in the early 80s, *Strick and Preston*<sup>53,54</sup> demonstrated the existence of multiple representations of the hand in the motor cortex of the monkey. It was observed that each of the representations is activated in response to different somatosensory afferents (to touch or proprioception). These skills were interpreted in relation to the meaning of the movement observed, depending on who performs it and their intention; although two movements may appear formally identical, they could be executed in two completely different contexts regarding the spatial references and their intention, and therefore involve the activation of different cortical areas. There is a close relationship between muscle contraction and the context in which we move.<sup>17,44</sup> When the person comes into contact with the world (e.g. when they pick up a glass or place their foot on the ground when walking) a certain type of relationship is established by choosing, among the various available pieces of information, the one



which is the most useful for what is needed and wanted. The object (e.g. the glass or the ground) does not change its physical structure but the subject can give different meanings or intentions (e.g. pick up the glass to drink or to see if it is full or empty).<sup>43</sup>

In the clinical application of the NTE, the patient is not asked directly to move but to know, feel and perceive what he is touching or moving in order to build information from the objects and the body in a particular context generated by the cognitive problem proposed (Figure 1). The patient should choose and give the meaning to this information depending on the intentional relationship proposed.<sup>43,44</sup>

### **c. The body as a surface receptor for information**

The representations of the areas or cortical maps are modified depending on the afferent information, experiences and learning.<sup>13,14</sup>

It has been shown that the immobilization of the upper extremity, with the consequent loss of motor and sensory inputs, implies changes in the cerebral cortex, with a decrease in the thickness of the grey matter of contralateral M1 and somatosensory cortex and an increase of the same areas of the other hemisphere, due to the use of the healthy limb.<sup>55</sup>

In the Neurocognitive theory field, the body is considered as a tactile and proprioceptive information surface receptor, which is projected to the parietal lobe. Unlike other surfaces such as the retina or cornea, the body is changeable by the ability to fragment, that is, to direct the different body segments in various directions adapting the gesture to each situation and/or object.<sup>43,44</sup> The M1 cortical representation of the combination of the various joints is caused by learning gestures or motor skills.<sup>13</sup>

The stroke patient has an impaired ability of body fragmentation, implying a reduction of information and experiences to the brain and, in turn, the decrease or loss of functions such as walking or objects handling.<sup>19</sup>

The NTE proposes the therapeutic exercises as cognitive tasks that involve planning and developing a coordinated and fluid movement between various joints by body fragmentation, normally with closed eyes, to promote enriching experiences and provide the necessary information to the CNS in order to improve the impaired functions. These tasks should be specifically designed and implemented based on the characteristics of each patient.<sup>13,44</sup>

Recently, the studies of *Van Winckel et al.* have demonstrated the application of these principles. First in 2005 in healthy subjects<sup>6</sup> and later in 2012 in stroke patients,<sup>56</sup> the activation of a wide bilateral parieto-frontal network is demonstrated by discrimination, through passive and fragmented index finger mobilization, of various shapes such as horizontal lines of different length, familiar geometric shapes (rectangles and triangles) and unfamiliar ones (quadrilaterals) of various measurements. While the task was passive regarding the motor aspect, in order to perform the sensitive discrimination of different shapes and lengths, the subject had to be cognitively active (being attentive, using working memory, comparisons, mental imagery, among others) during the contact and mobilization applied. There are few studies on the effect of passive movement in brain areas during the processing of tactile and proprioceptive information. Previously, *Stoesz et al.*<sup>57</sup> and *Bodegård et al.*<sup>58</sup> had already noticed that sensory discrimination, under normal conditions, provokes activation of different parietal and premotor networks. There are few differences between brain activations in healthy subjects and in stroke patients as the fronto-parietal regions recruited in both cases are very similar.<sup>56</sup> Nonetheless, on the other hand, an increased activation in cerebellar patients has been found, which would be related to the need for construction of sensorimotor mental representation of movement through motor imagery.<sup>56,59</sup>

Other studies<sup>60,61</sup> have revealed a facilitation in processing tactile sensory stimuli through the attention process in the primary somatosensory area. In the study of *Bardouille et al.*,<sup>60</sup> in both groups, experimental and control, tactile stimulation is performed on a finger but only in the experimental one is attention required to detect a change. Although this is not a motor task, in both groups, the activation of contralateral M1 area is observed and it is more significant in the experimental group.

Regarding these studies, in order to activate the sensorimotor system in clinical practice, it is advisable to perform therapeutic exercises with sensory discrimination, also passively at a motor level, to restore movement in stroke patients, even from the acute phase.<sup>6,35,56</sup> It should be noted that all the exercises in NTE are considered active, regardless of the motor involvement. The exercises must involve the subject's cognitive activation required to resolve the task and enhance movement recovery through the anticipation of perceptual hypothesis and the activation of attention, memory, observation, motor imagery, etc. Thus, the difficulty of the exercise is related not only to the motor aspects but also to the level of cognitive processing of the sensory discrimination task and the cognitive organization required to do so.<sup>43,44</sup>

### **Main clinical points**

- The Neurocognitive approach uses the activation of cognitive processes (perception, problem solving, motor imagery...) as a therapeutic tool.<sup>43,44</sup>
- Neurocognitive exercises present a cognitive problem, based on the characteristics of each patient, to be solved through both a perceptual hypothesis or motor imagery (feedforward) and the execution of a fragmented movement (feedback).<sup>43,44</sup> A comparison process between feedforward and feedback is needed to control their similarities and facilitate motor learning.<sup>43,44,52</sup>

- Patients, with closed eyes, are guided by therapists to imagine and perceive the correct action performance which leads to build tactile and proprioceptive information in relation to a meaningful context.<sup>43,44</sup>
- Neurocognitive exercises promote plastic changes by providing information to the CNS that result in a coordinated and smooth movement following stroke.<sup>13,35,44</sup>

## **Conclusions**

The evidence on brain plasticity and complex functional organization of cerebral cortex contributes to a better understanding of the therapeutic methods used in stroke patients. There are several studies on different approaches in rehabilitation but none of them with sufficient evidence to be established as a reference.

The NTE is based on the importance of cognitive processes for the recovery of the quality of movement, rather than advocating compensatory mechanisms. It represents a novel and safe therapeutic intervention for movement recovery following stroke. Cognitive activation tasks for sensory discrimination, the use of attention directed to certain pieces of information, the introduction of motor imagery, action observation or imitation, among others, are part of this therapeutic approach. These mechanisms facilitate motor learning and its generalization, even when the subject has the ability to move which is either impaired or non-existent.

This review suggests the possibilities in physical therapy treatment of stroke patients from early stages and it emphasizes the need for further research to demonstrate their effectiveness.

## References

1. Belda-Lois J-M, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroengineering Rehabil.* 2011;8:66.
2. Barker-Collo S, Feigin V. The impact of neuropsychological deficits on functional stroke outcomes. *Neuropsychol Rev.* 2006;16(2):53-64.
3. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve.* 2005;31(5):535-51.
4. Cheung VCK, Turolla A, Agostini M, Silvoni S, Bennis C, Kasi P, et al. Muscle synergy patterns as physiological markers of motor cortical damage. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2012;109(36):14652-6.
5. Levin MF. Interjoint coordination during pointing movements is disrupted in spastic hemiparesis. *Brain J Neurol.* 1996;119 ( Pt 1):281-93.
6. Van de Winckel A, Sunaert S, Wenderoth N, Peeters R, Van Hecke P, Feys H, et al. Passive somatosensory discrimination tasks in healthy volunteers: differential networks involved in familiar versus unfamiliar shape and length discrimination. *NeuroImage.* 2005;26(2):441-53.
7. Carey L, Macdonell R, Matyas TA. SENSE: Study of the Effectiveness of Neurorehabilitation on Sensation: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011;25(4):304-13.
8. Carey LM, Matyas TA. Frequency of discriminative sensory loss in the hand after stroke in a rehabilitation setting. *J Rehabil Med.* 2011;43(3):257-63.

9. Blennerhassett JM, Matyas TA, Carey LM. Impaired discrimination of surface friction contributes to pinch grip deficit after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(3):263-72.
10. Cirstea MC, Levin MF. Improvement of arm movement patterns and endpoint control depends on type of feedback during practice in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(5):398-411.
11. Pomeroy V, Tallis R. Neurological rehabilitation: a science struggling to come of age. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. 2002;7(2):76-89.
12. Connell LA, Lincoln NB, Radford KA. Somatosensory impairment after stroke: frequency of different deficits and their recovery. *Clin Rehabil*. 2008;22(8):758-67.
13. Nudo RJ. Neural bases of recovery after brain injury. *J Commun Disord*. 2011;44(5):515-20.
14. Kolb B, Teskey GC. Age, experience, injury, and the changing brain. *Dev Psychobiol*. 2012;54(3):311-25.
15. Takeuchi N, Izumi S-I. Rehabilitation with poststroke motor recovery: a review with a focus on neural plasticity. *Stroke Res Treat*. 2013;2013:128641. doi: 10.1155/2013/128641
16. Gauthier LV, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark VW, Uswatte G. Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. *Stroke J Cereb Circ*. 2008;39(5):1520-5.
17. Schieber MH. Constraints on somatotopic organization in the primary motor cortex. *J Neurophysiol*. 2001;86(5):2125-43.

18. Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nat Rev.* 2010;11(4):264-74.
19. Sallés L, Gironès X, Lafuente JV. Organización motora del córtex cerebral y el papel del sistema de las neuronas espejo. Repercusiones clínicas para la rehabilitación. *Med Clínica.* 2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2013.12.013>
20. Garrison KA, Winstein CJ, Aziz-Zadeh L. The mirror neuron system: a neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(5):404-12.
21. Cattaneo L, Rizzolatti G. The mirror neuron system. *Arch Neurol.* 2009;66(5):557-60.
22. Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB. Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(7):975-80.
23. Martin-Loeches M, Casado P, Sel A. The evolution of the brain in the genus Homo: the neurobiology that makes us different. *Rev Neurol.* 2008;46(12):731-41.
24. Nedelko V, Hassa T, Hamzei F, Schoenfeld MA, Dettmers C. Action imagery combined with action observation activates more corticomotor regions than action observation alone. *J Neurol Phys Ther JNPT.* 2012;36(4):182-8.
25. Liu KPY, Chan CCH, Wong RSM, Kwan IWL, Yau CSF, Li LSW, et al. A randomized controlled trial of mental imagery augment generalization of learning in acute poststroke patients. *Stroke J Cereb Circ.* 2009;40(6):2222-5.

26. Page SJ, Szaflarski JP, Eliassen JC, Pan H, Cramer SC. Cortical plasticity following motor skill learning during mental practice in stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):382-8.
27. Carvalho D, Teixeira S, Lucas M, Yuan T-F, Chaves F, Peressutti C, et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. *Int Arch Med*. 2013;6(1):41.
28. Sharma N, Baron JC, Rowe JB. Motor imagery after stroke: relating outcome to motor network connectivity. *Ann Neurol*. 2009;66(5):604-16.
29. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. *J Bodyw Mov Ther*. 2011;15(4):528-37.
30. Bovend'eerdt TJH, Dawes H, Sackley C, Wade DT. Practical research-based guidance for motor imagery practice in neurorehabilitation. *Disabil Rehabil*. 2012;34(25):2192-200.
31. Barclay-Goddard RE, Stevenson TJ, Poluha W, Thalman L. Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(5):CD005950.
32. Wittenberg GF. Experience, cortical remapping, and recovery in brain disease. *Neurobiol Dis*. 2010;37(2):252-8.
33. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor learning and recovery of function. *Motor control Translating research into clinical practice*. 4.<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 2012.



34. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What do motor «recovery» and «compensation» mean in patients following stroke? *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):313-9.
35. Rehme AK, Eickhoff SB, Rottschy C, Fink GR, Grefkes C. Activation likelihood estimation meta-analysis of motor-related neural activity after stroke. *NeuroImage*. 2012;59(3):2771-82.
36. Richards LG, Stewart KC, Woodbury ML, Senesac C, Cauraugh JH. Movement-dependent stroke recovery: a systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. *Neuropsychologia*. 2008;46(1):3-11.
37. Cirstea CM, Ptito A, Levin MF. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. *Stroke J Cereb Circ*. 2006;37(5):1237-42.
38. Machado S, Cunha M, Velasques B, Minc D, Teixeira S, Domingues CA, et al. Integración sensitivomotora: conceptos básicos, anomalías relacionadas con trastornos del movimiento y reorganización cortical inducida por el entrenamiento sensitivomotor. *Rev Neurol*. 2010;51(7):427-36.
39. Daly JJ, Fang Y, Perepezko EM, Siemionow V, Yue GH. Prolonged cognitive planning time, elevated cognitive effort, and relationship to coordination and motor control following stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc*. 2006;14(2):168-71.
40. Fang Y, Yue GH, Hrovat K, Sahgal V, Daly JJ. Abnormal cognitive planning and movement smoothness control for a complex shoulder/elbow motor task in stroke survivors. *J Neurol Sci*. 2007;256(1-2):21-9.

41. McEwen SE, Huijbregts MPJ, Ryan JD, Polatajko HJ. Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post-stroke: a critical review. *Brain Inj*. 2009;23(4):263-77.
42. De Diego C, Puig S, Navarro X. A sensorimotor stimulation program for rehabilitation of chronic stroke patients. *Restor Neurol Neurosci*. 2013;31(4):361-71.
43. Perfetti C. El ejercicio terapéutico cognoscitivo para la reeducación motora del hemipléjico adulto. Barcelona: Edikamed; 1999.
44. Rodríguez-Larrad A, Rizzello C, Perfetti C, Panté FA, Zernitz M. Ejercicio terapéutico cognoscitivo. *Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y tratamiento*. Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 307-21.
45. Chanubol R, Wongphaet P, Chavanich N, Werner C, Hesse S, Bardeleben A, et al. A randomized controlled trial of Cognitive Sensory Motor Training Therapy on the recovery of arm function in acute stroke patients. *Clin Rehabil*. 2012;26(12):1096-104.
46. Zangrando F, Paolucci T, Vulpiani MC, Lamaro M, Isidori R, Saraceni VM. Chronic pain and motor imagery: a rehabilitative experience in a case report. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(1):67-72.
47. Marzetti E, Rabini A, Piccinini G, Piazzini DB, Vulpiani MC, Vetrano M, et al. Neurocognitive therapeutic exercise improves pain and function in patients with shoulder impingement syndrome: a single-blind randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(3):255-64.
48. Cappellino F, Paolucci T, Zangrando F, Iosa M, Adriani E, Mancini P, et al. Neurocognitive rehabilitative approach effectiveness after anterior cruciate ligament

reconstruction with patellar tendon. A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012;48(1):17-30.

49. Wongphaet P, Butrach W, Sangkrai S, Jitraphai C. Improved function of hemiplegic upper extremity after cognitive sensory motor training therapy in chronic stroke patients: preliminary report of a case series. *J Med Assoc Thai Chotmaihet Thangphaet.* 2003;86(6):579-84.

50. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol Paris.* 2006;99(4-6):386-95.

51. Esparza DY, Larue J. Interacciones cognitivo-motoras: el papel de la representación motora. *Rev Neurol.* 2008;46(4):219-24.

52. Sagi E, Gentner D, Lovett A. What difference reveals about similarity. *Cogn Sci.* 2012;36(6):1019-50.

53. Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. I. Motor output organization. *J Neurophysiol.* 1982;48(1):139-49.

54. Strick PL, Preston JB. Two representations of the hand in area 4 of a primate. II. Somatosensory input organization. *J Neurophysiol.* 1982;48(1):150-9.

55. Langer N, Hanggi J, Muller NA, Simmen HP, Jancke L. Effects of limb immobilization on brain plasticity. *Neurology.* 2012;78(3):182-8.

56. Van de Winckel A, Wenderoth N, De Weerd W, Sunaert S, Peeters R, Van Hecke W, et al. Frontoparietal involvement in passively guided shape and length discrimination: a comparison between subcortical stroke patients and healthy controls. *Exp Brain Res Hirnforsch Cerebrale.* 2012;220(2):179-89.

57. Stoesz MR, Zhang M, Weisser VD, Prather SC, Mao H, Sathian K. Neural networks active during tactile form perception: common and differential activity during macrospatial and microspatial tasks. *Int J Psychophysiol Off J Int Organ Psychophysiol.* 2003;50(1-2):41-9.
58. Bodegard A, Geyer S, Grefkes C, Zilles K, Roland PE. Hierarchical processing of tactile shape in the human brain. *Neuron.* 2001;31(2):317-28.
59. Miquée A, Xerri C, Rainville C, Anton JL, Nazarian B, Roth M, et al. Neuronal substrates of haptic shape encoding and matching: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience.* 2008;152(1):29-39.
60. Bardouille T, Picton TW, Ross B. Attention modulates beta oscillations during prolonged tactile stimulation. *Eur J Neurosci.* 2010;31(4):761-9.
61. Schubert R, Ritter P, Wüstenberg T, Preuschhof C, Curio G, Sommer W, et al. Spatial attention related SEP amplitude modulations covary with BOLD signal in S1--a simultaneous EEG--fMRI study. *Cereb Cortex (N Y N 1991).* 2008;18(11):2686-700.

**Figure 1**

**A neurocognitive therapeutic exercise: discrimination, through passive and fragmented index finger mobilization, of various shapes such as a circle. The patient, with closed eyes, has to be cognitively active towards the contact and movement sensations in order to resolve the problem proposed (Which shape is?).**

©[Laia Sallés]



## ANNEX 16. Resultats panell d'experts ronda 1

### 2. FASE DE INTERVENCIÓN

#### 2.1. Temporalización de la intervención

##### 2.1.1. Las 10 semanas de intervención terapéutica es tiempo suficiente para esperar obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.

#### Aportaciones de los expertos (E):

E.5: "Depende de la gravedad de la lesión. Cuando hablo de gravedad me refiero a la localización y extensión de la lesión y también a su manifestación clínica que incluye parámetros motores, sensitivos y cognitivos. En mi experiencia clínica he observado siempre cambios significativos en aspectos sensitivos y cognitivos (observación de la acción en tercera persona, comprensión de la intención e imitación de una acción observada en una tercera persona o en la parte homóloga del mismo paciente, anticipación e imaginación del movimiento de la ES en primera persona) del paciente en 10 semanas de tratamiento, mientras que cambios significativos en el movimiento se pueden dar tras periodos más largos de recuperación, hasta 6 meses, siempre que el tipo de intervención implique lo descrito en el protocolo. Es probable que lesiones más amplias necesiten de la reconstrucción/reorganización del sistema de las neuronas espejo occipito-parieto-frontal y que éste, por su complejidad y extensión, requiera más de 10 semanas de intervención".

E.10: "Hay que tener en cuenta que cada paciente parte de una situación diferente, pero bajo mi experiencia (que quizás no ha sido a menudo con pacientes agudos) diez semanas quizás es suficiente para empezar a ver mejorías en el movimiento en relación a la normalización del tono y la eliminación de movimientos indeseados (tales como irradiaciones y compensaciones). Me parece un tiempo justo para encontrar mejorías en relación a movimientos más refinados que involucren la coordinación de las articulaciones distales y proximales, así como la organización de una buena presa y manipulación de los objetos (en para esta finalidad, creo que podríamos establecer como necesarias unas 12-14 semanas para empezar a notar mejorías en estos aspectos)".

E.3: "Lo alargaría un poco más para que pacientes que tardan más tiempo en comenzar a reflejar las mejorías (que por la plasticidad cerebral estamos consiguiendo) no parezca que no mejoren con el tratamiento (sobre todo pueden tardar más pacientes crónicos y heminegligentes). 16 semanas. No me quedan claros los criterios de inclusión o exclusión".

### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Se entiende que 10 semanas puedan parecer pocas o insuficientes pero sólo comentar que a nivel logístico se ha debido plantear un tiempo considerado suficiente para trabajar y conseguir el objetivo terapéutico pero siendo a su vez consciente que no era el más deseado. Es decir, buscar un equilibrio. Importante aclarar cuando se considera mejoría del movimiento (sin hablar de mejoría significativa a nivel estadístico): pensando que ésta se va evaluar en el estudio mediante la escala MESUPES, debemos considerar que un cambio favorable puede darse también en sus valores bajos (0, 1 o 2), que hacen referencia al tono muscular (con ejecución pasiva). Si consultáis la escala, los valores 3, 4 y 5 eran los activos. Por último, este estudio se enmarca con pacientes subagudos (de 15 días a 3 meses), donde la heminegligencia es un criterio de exclusión.

### **2.1.3. El tiempo de dedicación de cada sesión es suficiente para obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

#### **Aportaciones de los expertos:**

E.8: "30 minutos me parecen muy justos, propondría de 45 a 55 minutos (si hiciera falta con algunos minutos más de descanso, además en mi práctica clínica ocurre que en los descansos es donde el paciente puede preguntar dudas, o proporcionar información relativa al ejercicio y a la rehabilitación que pueden ser de ayuda para la modificación del tratamiento o ejercicios. Me parece muy adecuado la distinción del tiempo entre ES proximal y distal (y que se dedique tiempo a ambas partes ya desde un inicio), aunque creo que no debería establecerse a la par (15' vs 15') en todas las semanas de tratamiento (a lo mejor al principio es conveniente dedicar 5 minutos más a las zonas proximales y ampliar el tiempo de las zonas distales a medida que pasan las semanas)".

E.11: "Creo que debería ser un poco más de tiempo. Unos 40 o 45 minutos como mínimo".

E.3: "45 minutos".

E.2: "Considero tiempo más apropiado 45 minutos. Es por la tardanza en la explicación de los ejercicios y el entendimiento de los mismos por los pacientes, donde el fisioterapeuta puede ir más tranquilo en el tratamiento".

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Completamente de acuerdo con vuestros comentarios. La elección de los 30 minutos se debió también a causas logísticas, siempre pero considerando que era tiempo suficiente

para poder trabajar y conseguir objetivos, y, a la vez, siendo consciente que cuanto más tiempo (sin exceder la hora), mejor.

En relación al comentario sobre la distribución de 15+15 minutos, esto sería otro ítem planteado. De todas formas, la aportación es muy válida, aunque nuestra elección ya contempló dar flexibilidad al terapeuta para que pudiera gestionar su tiempo, entre las varias articulaciones aun estando, por ejemplo, en las articulaciones grandes. La equivalencia de tiempo entre zonas grandes y la mano es debida a que las zonas grandes son 3 (hombro-codo-muñeca) en comparación con la mano, aunque en ésta se deben aportar ejercicios distintos, no sólo con informaciones cinestésicas sino táctiles. De todas formas, sí que es importante considerar que, por ejemplo, en el caso de un paciente que presente un alto nivel en la zona proximal, se podría añadir un apunte en el protocolo en que el tiempo no usado, por innecesario, para el trabajo de las articulaciones grandes se pueda destinar a la zona distal. El riesgo es que entonces se pierda la homogeneización del estudio ya que sería parecido a decir que el terapeuta se reparta los 30 minutos bajo su criterio. Esto está bien a nivel clínico pero en el ámbito científico es más difícil.

#### **2.1.4. El número de evaluaciones realizadas a lo largo del estudio es suficiente para obtener información clara sobre la evolución del paciente.**

##### **Aportaciones de los expertos:**

E.10: “Entre la evaluación de la sesión 6 y la de las 10 semanas pasa mucho tiempo, yo propondría otra evaluación a las 5 semanas, quedando así 5 evaluaciones”.

E.8: “Me parece una buena distribución”.

E.6: “Me parece muy importante la cuarta evolución para observar el resultado a más largo plazo”.

##### **Aportaciones de la investigadora principal:**

En relación al primer comentario diría que hay una confusión. La evaluación No se produce en la sesión 6 (que sería de muy buen inicio, y por lo tanto, normal que se considere que pasa mucho tiempo entre la evaluación 2 y la 3ª a las 10 semanas), sino que la 2ª evaluación tiene lugar durante la SEMANA 6. Es decir, el participante ha pasado A1 al inicio del tratamiento, realiza tratamiento durante 5 semanas para pasar A2 en la semana 6, y después realiza tratamiento desde la semana 6 hasta finalizar con la semana 10 entera,



donde se realiza la 3ª y se le da el alta. Después, al cabo de 10 semanas de haber finalizado el tratamiento, se le vuelve a citar para realizar A4.

El A4, como bien comentáis, es importante para evaluar si se mantiene el aprendizaje o bien, si incluso los valores aumentan, o al contrario, empeora con el tiempo y al no realizar tratamiento.

**2.1.5. El tiempo establecido entre cada una de las evaluaciones y, por tanto, el momento en que se producen, es adecuado para observar cambios en la evolución del estado del paciente.**

**Aportaciones de los expertos:**

E.10: “Ver comentario anterior”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

El mismo experto que planteaba la duda sobre las 6 sesiones evidentemente respondía lo mismo en este ítem. Ok, pero espero que lo haya podido aclarar con mis comentarios.

De todas formas, este es el ítem donde se cuestiona sobre la idoneidad de los tiempos o intervalos entre las evaluaciones, y por tanto, la dudas sobre si es mucho tiempo o no entre evaluaciones, se refiere a aquí, mientras que en el ítem anterior sólo se pregunta sobre si el número de evaluaciones (4) son adecuadas.

**2.2.4. La distribución de los 30 minutos que dura cada sesión es adecuada para trabajar las diferentes partes de la extremidad superior.**

**Aportaciones de los expertos:**

E.10: “Al principio creo que 30 minutos es suficiente pero a medida que pasan las sesiones se puede llegar a trabajar 60 minutos. Propondría 60 a partir de la mitad del tratamiento”.

E.8: "Me remito a lo referenciado anteriormente... 30 minutos me parecen muy justos, propondría de 45 minutos (si hiciera falta con algunos minutos más de descanso) así en una misma sesión se pueden abordar distintas partes de la ES y ponerlas en relación (que bajo mi punto de vista es lo que hace aprender verdaderamente al paciente)”.

E.11: “Como he comentado anteriormente aumentaría el tiempo como máximo a 45 minutos debido a los posibles problemas que puede encontrar el terapeuta a nivel de gestionar las alteraciones cognitivas del paciente”.

E.3: “Creo que es escaso mejor 45 min (dependería de la gravedad del paciente y de su evolución)”.

E.2: "De nuevo, el tiempo es algo insuficiente, creyendo que 45 minutos podrían aportar mejor trabajo e ir sin prisas, aunque el paciente tarde en comprender los ejercicios”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

No era intención de este ítem preguntar sobre si la cantidad en minutos de tiempo era suficiente o no (aspecto preguntado ya con anterioridad), sino que se pretendía conocer la opinión sobre su distribución. Es decir, contando que tenemos 30 minutos, ¿están bien repartidos? Podéis hacer aportaciones escritas. Por ejemplo, en el caso que en el anterior ítem sobre la cantidad seguís planteando un aumento de tiempo, por ejemplo de 45 min, comentad cómo los distribuiríais...

**2.3. Instrumentos de evaluación:**

**2.3.1. La escala MESUPES es adecuada para valorar la funcionalidad y calidad del movimiento de la extremidad superior.**

**Aportaciones de los expertos:**

E.6: “Se trata de una escala que personalmente no conocía, y no he utilizado nunca, pero me parece muy interesante. Algunos de los ítems como la capacidad de extensión de la muñeca, tienen valor pronóstico. Podría ser interesante validarla con esta intención”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Sí, es otro proyecto. La verdad es que está siendo menos usada de lo que pienso debería, pero es cierto que existe una gran cantidad de escalas sobre la funcionalidad bien establecidas que hacen difícil que se pueda introducir en los hábitos diarios de la práctica clínica. Su valor añadido es que considera la calidad de la ejecución.

**2.3.2. El test *Motricity Index* es adecuado para valorar la función motora (fuerza muscular) de la extremidad superior.**

**Aportaciones de los expertos:**

E.6: “Estoy de acuerdo en la razón por la que se elige y es cierto que por su sencillez la usamos todos... pero en realidad no tiene en cuenta ni el tono muscular, ni reacciones reflejas.... por ejemplo, la fuerza en la presión es muy poco útil si el paciente no recupera la capacidad de "soltar"”.

### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Completamente de acuerdo. Pero al aplicar también la escala MESUPES que ya contempla la calidad pero siendo ésta, como acabamos de comentar, poco conocida, para el parámetro de la fuerza muscular optamos por escoger, en este caso, un test más conocido aunque nos “gustara” menos en su aplicación, pero así nos acercábamos un poco a lo que se aplica habitualmente en el mundo rehabilitador.

### **2.3.4. El test KVIQ es adecuado para valorar la función cognitiva de la imagen del movimiento de la extremidad superior.**

#### **Aportaciones de los expertos:**

E.3: “Añadiría que en caso de pacientes neurológicos que puedan iniciar dichos movimientos pero con alteración del específico motor (que por realizarlos en el lado pléjico aumente la reacción exagerada al estiramiento, la irradiación anormal o las compensaciones) también deben realizar los movimientos con el lado "sano" y después imaginarlo en el lado afecto para no reforzar el aprendizaje de las compensaciones o patrones de movimientos alterados ni la imagen del movimiento patológico”.

E.6: "Se trata de otra escala que no conocía, y que también trataré de usar a partir de ahora. Hasta ahora yo he utilizado dos ejemplos para valorar la capacidad de imaginar y sentir de forma casera, y de entrenar de alguna forma al paciente:

- "imagine un limón" (ver si nota salivación)

- "imagine una playa" (si describe una imagen.. aprovecho para guiar hacia sensaciones...calor..ruido..roce..arena)"

#### **Aportaciones investigadora principal:**

En relación al primer comentario, siempre se iniciaba la evaluación con la ejecución e imagen de los movimientos en el lado sano, adecuando el nivel motor al establecido en el tratamiento con el paciente, es decir, si el paciente estaba trabajando en grado 1/ pasivo, se planteaba la escala con el mismo. De esta forma, se intentaba, en primer lugar, evitar problemas de comprensión cuando debía hacerlo con el afectado y en segundo lugar, evitar la aparición de estos movimientos patológicos en la imagen. Aunque la escala no lo especifique, yo le hacía describir lo que estaba imaginando para poder asegurarme qué y cómo lo estaba contemplando.

**2.4. Condiciones ambientales:****2.4.1. Las condiciones ambientales permiten aplicar correctamente y con garantías una intervención de tipo neurocognitivo.**

No hay aportaciones de los expertos.

**2.5. Criterios de selección de los ejercicios en función del estado del paciente:****2.5.8. Los 3 niveles de discriminación de las tareas propioceptivas son claros y progresivos.****Aportaciones de los expertos:**

E.11: “Los niveles propuestos sí pero faltarían otros niveles más complejos aún que son la discriminación de presiones y del peso”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Sí, se contempla la posibilidad de añadir otro tipo de información, pero en concreto, en el ítem se pregunta sobre los niveles de discriminación en relación a las tareas propioceptivas propuestas (cinestesia), para conocer si éstos son claros.

**2.5.14. En referencia al elemento 1 “Propuesta de un Problema”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)****PUNTOS FUERTES:**

E.5: “Cualquier ser vivo, puesto delante de un problema a resolver generado durante la interacción con el ambiente (siempre que el problema presentado no supere en demasía sus capacidades para resolverlo) provoca un intento de organización del s.n.c. que en situación habitual no es ni alcanzable, ni imaginable por el sujeto. La habilidad del terapeuta estriba en la búsqueda del problema más adecuado que sea capaz de gatillar la nueva organización y en consecuencia el nuevo comportamiento observable en el paciente”.

E.10: “La posibilidad de guiar al paciente”.

E.8: -

E.12: “Obliga a la activación de varios procesos cognitivos simultáneamente (factor de estudio presente). Resolver este problema permite mayor aprendizaje y una integración todos los elementos presentes en el movimiento (motor, sensitivo, cognitivo) (factor de estudio)”.

E.1: “El planteamiento de un problema constituye una demanda cognitiva para el paciente, por tanto diferencia claramente la intervención realizada en el GE y en el GC. La posibilidad de que el terapeuta modifique la pregunta o el modo en que guía el ejercicio favorece un buen nivel de "implicación cognitiva" por parte del paciente”.

E.11: “Es fundamental el aspecto de adaptación a las capacidades del paciente y a la posibilidad de cambio del problema durante la misma sesión en base al paciente”.

E.4: “Permite establecer un proceso de aprendizaje”.

E.7: “Una propuesta del problema programada en base a la observación, produce una activación cognitiva dirigida a abordar los problemas reales que presenta el paciente. Posibilidad de modificar la propuesta en base al comportamiento del paciente”.

E.3: “El problema siempre se plantea en relación a la sensibilidad táctil o cinestésica que queremos que el paciente adquiera, por lo que irá complicándose en función de la mejoría del paciente. Según lo comentado en la tabla de jerarquía de las tareas de discriminación”.

E.6:-

E.9: “La propuesta de un problema perceptivo-cognitivo que requiere el movimiento del cuerpo para ser resuelto permite activar de forma simplificada el esquema de la acción (aferencias, anticipación mental-programa motor, respuesta motora y *feedback*) lo cual favorece un aprendizaje motor de calidad a todos los niveles (cognitivo, sensorial, motor y emocional)”.

E.2: “Sin duda la facultad por parte del fisioterapeuta de adecuar el problema gracias a la educación dada al mismo. Muy importante la jerarquía de problemas”.

### **PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “Aunque la propuesta de un problema sea la manera más eficaz que haya encontrado en 30 años de rehabilitación con pacientes neurológicos, no conozco estudios que demuestren estos cambios en ámbito rehabilitador, ni como cambios en el comportamiento del paciente (por ejemplo: reducción del tono durante el movimiento pasivo y activo, aumento del reclutamiento de unidades motoras), ni como cambios estructurales y/o funcionales a través de resonancia magnética funcional (RMf)”.

E.10: “La variabilidad que puede haber de un fisioterapeuta a otro en la formulación del problema y como guiar al paciente”.

E.8: -

E.12: “Habilidad del terapeuta para adecuar el problema al nivel de paciente, debe estar muy atento para darse cuenta de los cambios en el paciente o de las dificultades que tiene para seguir rápidamente el protocolo y adecuar el nivel o la manera de proponer el problema”.

E.1: “Existen muchas variables que influyen en el nivel de "implicación cognitiva" y no pueden ser observados y medidos (motivación, aburrimiento, distracciones...)”.

E.11: “No queda claro que el problema es la pregunta que hace el terapeuta al paciente y qué es el ejercicio como proceso de reconocimiento. Se podría poner un ejemplo”.

E.4: “El terapeuta debe saber adecuar el problema adecuado al paciente”.

E.7: “Requiere cierta habilidad y experiencia por parte del terapeuta”.

E.3: -

E.6: “Elegir el problema a resolver por el paciente es la parte mas importante y compleja. Esta parte es difícil de protocolizar...y requiere de la intuición del terapeuta... aunque que la exploración previa del paciente orienta sobre las tareas que son demasiado fáciles o demasiado difíciles para el paciente”.

E.9: “Requiere la maestría del terapeuta para proponerlo e indagar el proceso de resolución del problema”.

E.2: -

#### **Aportaciones investigadora principal:**

Ciertamente las capacidades del fisioterapeuta para plantear y guiar el paciente son básicas en este tipo de abordaje. De aquí, que este aspecto se tuvo muy en cuenta en la fase previa a la ejecución del estudio piloto mediante la formación de los terapeutas en el ETC, con un curso introductorio y con sesiones prácticas sobre la jerarquía de tareas. También el terapeuta ha tenido la posibilidad de plantear dudas durante todo el estudio. Incluso así, la posible falta de experiencia, también se ha previsto suplir, quizás parcialmente, con la sí

dilatada experiencia del evaluador (en este caso yo misma), quien realizaba las evaluaciones y era quien realmente pautaba y controlaba el nivel de tarea con su modalidad de ejecución.

También las condiciones ambientales establecidas en el protocolo pretendían evitar las distracciones o aspectos que perjudicaran la atención del paciente durante las tareas. En relación a la motivación, ciertamente es un factor difícil de controlar pero destacaría dos aspectos: todos los pacientes asistían voluntariamente a la sesión (después de dar su consentimiento) y en los resultados del estudio piloto se puede observar el alto porcentaje de adherencia al tratamiento presentado (superior al 90%).

**2.5.15. En referencia al elemento 2 “Estrategias cognitivas del Sistema de Neuronas Espejo”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

**PUNTOS FUERTES:**

E.5: “Desde el descubrimiento de las neuronas espejo por parte del grupo Rizzolatti hay muestra indudable en la literatura médica sobre la activación de constelaciones neuronales dedicadas a la organización y ejecución de un movimiento determinado tras solo su observación en una tercera persona con intención de comprender dicho movimiento. También hay experimentos anteriores al de Rizzolatti medidos con RMf en los cuales se demuestra que pensar/imaginar o ejecutar un movimiento presentan efectos similares (Pascual-Leone). En los deportistas de elite hace más de dos décadas que se emplean ejercicios de imaginación mental para optimizar su rendimiento físico”.

E.10: “Posibilidad de trabajar "activamente" con el paciente desde el principio de la lesión”.

E.8: -

E.12: “Fuerte adhesión al factor de estudio, donde coexisten y se usan simultáneamente varios procesos cognitivos. Fuertemente fundamentado en conocimientos científicos. Graduación de los pasos a seguir fácil de ejecutar, clara y progresiva en su nivel de dificultad (Observación, comprensión de la intención, anticipación e imagen). Facilita el movimiento correcto ayudando a reorganizarlo corticalmente. Trabaja aspectos motores, sensitivos, cognitivos y emotivos (presentes en cualquier acción)”.

E.1: “La utilización de estas estrategias favorece la comprensión de la situación de ejercicio a través de canales no lingüísticos”.

E.11: “Está muy claro el concepto cuando se detallan las fases y se hace la correspondencia práctica con la modalidad del ejercicio (observación, uso del lado sano...)”.

E.4: “Permite activar de manera correcta la organización cortical del movimiento”.

E.7: “La anticipación, imitación son instrumentos muy útiles para poder trabajar de manera más precisa con la comparación entre informaciones y poder construir diferencias a través de la percepción”.

E.3: “En la anticipación de la acción en el lado afecto se conseguiría una activación de las áreas cerebrales que realizan dichos movimientos (áreas motoras primarias) o de las que se activan para sentir las sensaciones a las que el paciente presta atención en función del problema planteado. En la observación en tercera persona parece que se activan las áreas de las neuronas espejo (como reflejáis en vuestro artículo corteza premotora, lóbulo temporal inferior...).

E.6: “En el momento actual el sistema de neuromas de espejo y la capacidad de anticipar están "de moda" en todas las áreas que pueden tener relación con la neurociencia como la psicología y la pedagogía...”

E.9: “Es un instrumento muy potente para promover el aprendizaje motor, facilitar la comprensión del ejercicio e incidir en la representación mental”.

E.2: “Las alternativas que existen de estrategias para avanzar en el tratamiento”.

### **PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “En AVC graves como el infarto maligno de la ACM intervenido quirúrgicamente el porcentaje de lesión de un hemisferio llega hasta el 80% interesando a zonas cerebrales cuya implicación en el sistema de las neuronas espejo es de vital importancia. En consecuencia las capacidades de estos pacientes de observar, comprender la intención de un gesto, de imitarlo, de imaginar y anticipar un movimiento resultan muy deficitarias y no completamente recuperables a través del tratamiento rehabilitador. Esto implica que los medios de aprendizaje empleados, ellos mismos, no puedan utilizarse en su pleno rendimiento”.



E.10: “La dificultad en imaginar que pueden tener algunos pacientes”.

E.8: -

E.12: “Dificultad de algunos pacientes en usar la imagen. Precisa de la habilidad y conocimiento del fisioterapeuta para guiar al paciente a conseguir una buena imagen (se necesita formar al fisioterapeuta en estos campos, no lo puede hacer cualquiera sin formación previa específica)”.

E.1: “La anticipación e imaginación requiere cierto entrenamiento por parte del paciente, y no en todos los casos se puede garantizar que dicha anticipación tenga contenidos táctiles o cinestésicos”.

E.11: “Cuando habla de imitación por parte del paciente especificaría que se hace siempre a través del problema y no es una imitación puramente física sino de los aspectos no solo motores sino también sensitivos y cognitivos-emocionales de la sensación vista en tercera persona o experimentada en el lado sano”.

E.4: “Es necesario conocer cómo se activa dicho sistema”.

E.7: -

E.3: -

E.6: “El punto más difícil es conseguir la anticipación de sensaciones por parte del paciente”.

E.9: “Requiere invertir tiempo en la intervención”.

E.2: -

### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Ciertamente las dificultades están pero se han intentado limitar con las explicaciones o ejemplos. No sólo debemos pensar en la imagen sino también por ejemplo, en la observación de la acción, estrategia más fácil de aplicar, de manera que es una forma más sutil de empezar a introducir al paciente. En relación a la habilidad del terapeuta, estoy de acuerdo, y de aquí la formación previa en este ámbito para los terapeutas que debían realizar la intervención. La modalidad de aplicación era indicada por el evaluador experto

(yo misma). Por últimos, los resultados obtenidos con la aplicación del protocolo indican que todos los pacientes fueron capaces de utilizar la imagen.

Los pacientes muy graves están excluidos (ver criterios de selección)

**2.5.16. En referencia al elemento 3 “Activación guiada de los procesos cognitivos”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

**PUNTOS FUERTES:**

E.5: “Guiar los procesos cognitivos del paciente, en especial, su atención hacia aspectos significativos de la organización motora (articulación que se mueve, dirección del desplazamiento, interacción con el objeto textura, etc.) significa mostrar al paciente aspectos perceptivos de su realidad (cuerpo y mundo y la interacción entre ellos) que por sí solo no alcanzaría. Este proceso de focalización de la atención del paciente hacia aspectos de su cuerpo y/o de su interacción con objetos, como las texturas, solo es posible a través de otra persona, en este caso el terapeuta, que dirige su atención hacia aquellos aspectos sensitivos que en la valoración del paciente han resultado ser alterados. En la práctica clínica el uso de la activación guiada de los procesos cognitivos aumenta la capacidad de percepción del paciente y el entendimiento del movimiento de su propio cuerpo y en terceras personas. En consecuencia en lesiones focales, excepto infartos malignos de ACM, observo recuperación del movimiento”.

E.10: “Posibilidad de modificar el ejercicio en función de la evolución”.

E.8: -

E.12: “Presencia del uso de procesos cognitivos (factor de estudio). La guía de estos procesos así como adecuar la dificultad permite utilizar al máximo estos procesos para la mejora del paciente, y permite a la vez el máximo aprendizaje por parte del paciente (de nuevo presente la cognición)”.

E.1: “La guía de los procesos cognitivos durante la realización del ejercicio favorece la participación activa del paciente -a nivel cognitivo- y permite detectar cuándo dicha participación se reduce o desaparece”.

E.11: “Un concepto esencial para que haya aprendizaje”.

E.4: “Permite activar el nivel de desarrollo potencial del paciente”

E.7: “Guiar la activación los procesos cognitivos alterados por la patología es imprescindible para una correcta reorganización del sistema nervioso central tras una lesión”.

E.3: “Es importante destacar que esos procesos cognitivos los activamos constantemente como seres humanos para resolver cualquier problema de la vida diaria y nos caracterizan a los seres humanos y nuestra evolución y desarrollo cerebral filogenético, por lo que tiene más sentido, pensando que el problema en pacientes tras un ICTUS es precisamente la afectación en mayor o menor grado de dichas funciones, tenerlos en cuenta y mejorar la activación de dichos procesos cognitivos que nos caracterizan”.

E.6: -

E.9: “Permite adecuar la dificultad del ejercicio al nivel de organización del Sistema Nervioso Central del paciente”.

E.2: -

### **PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “La intervención guiada de los procesos cognitivos del paciente en el tratamiento de fisioterapia no ha sido hasta el momento protocolizada y estadísticamente probada, así que hasta la fecha, los resultados clínicos son variables y dependen del tipo de guía usado por el terapeuta”.

E.10: “Ninguno”.

E.8: -

E.12: “Formación del terapeuta para que sepa guiar los procesos cognitivos y adecuar la dificultad (seguir bien el protocolo)”.

E.1: “Resulta difícil observar si la guía del terapeuta se realiza de forma adecuada”.

E.11: “Relacionaría la hipótesis perceptiva con el aparato de previsión (anticipación) anteriormente descrita y también especificaría que el uso del problema, la hipótesis perceptiva y la comparación, C. Perfetti lo llama instrumentos del ejercicio neurocognitivo”.

E.4: “El terapeuta debe saber activarlo”.

E.7: “La mayor dificultad reside en el modo de activación de dichos procesos y esto no siempre es fácil para el terapeuta inexperto”.

E.3: -

E.6: “Al igual que la elección del problema, esta parte es difícil de protocolizar...requiere de la intuición del profesional y de su interacción con el paciente...es posible que se observen diferencias según el profesional que realiza el tratamiento?”

E.9: “Requiere práctica del terapeuta”.

E.2: “A los pacientes les cuesta mucho activar los procesos cognitivos que se necesitan para la resolución del ejercicio, sobre todo, al principio. Es difícil mantener un nivel de dificultad exacto en cada paciente para que aprenda”.

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

En relación a la habilidad, iría concorde a lo comentado anteriormente sobre la formación previa recibida y sobre el control por mi parte (evaluador) en la elección de la intervención. Por otro lado, justamente, el protocolo propuesto y en concreto, la jerarquía de tareas podría verse como una forma de facilitar al profesional más inexperto la puesta en práctica mediante este abordaje, sin tener que verlo como algo tan difícil (aunque lo sea en verdad).

#### **2.5.17. En referencia al elemento 4 “Aprendizaje”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

##### **PUNTOS FUERTES:**

E.5: “El hecho de describir verbalmente la percepción de los componentes de la acción motora como los razonamientos y las reflexiones sobre el tema llevan al paciente a un aprendizaje motor consciente que luego con la repetición y el uso en su vida diaria se automatiza. Este tipo de aprendizaje, el declarativo, se adapta fácilmente a situaciones nuevas y tiene la ventaja que el terapeuta puede indagar en cada momento de la intervención terapéutica, los pasos que el paciente sigue para aprender”.

E.10: “Consolida el trabajo realizado y se consigue un movimiento más elaborado”.

E.8: -

E.12: “El aprendizaje es un procesos cognitivo (factor de estudio) que necesita a su vez de varios procesos cognitivos simultáneos para que se produzca (factor de estudio). Se busca la automatización de lo aprendido”.

E.1: “La modalidad de aprendizaje indicada en el protocolo implica claramente la activación de los procesos cognitivos, por lo que constituye un buen elemento diferenciador entre el GE y el GC. Las estrategias indicadas en el protocolo favorecen el aprendizaje declarativo”.

E.11: “Queda claro el aspecto aprendizaje desde la visión neurocognitiva porque se refiere a un aprendizaje progresivo y no por pruebas y errores”.

E.4: “Imprescindible en cualquier proceso de recuperación, para mantener las modificaciones obtenidas en el tratamiento”.

E.7: “La metodología aplicada en el GE, considera y busca el aprendizaje por parte del paciente”.

E.3: “Importancia de la atención en el aprendizaje, así como la memoria para poder seguir avanzando en dicho aprendizaje. Ambas presentes en los ejercicios expuestos para el grupo experimental”.

E.6: “En la fase subaguda tratamos de "aprender" para recuperar mejor...en la buena dirección..... demostrar que con el ejercicio cognoscitivo se puede mediante activación de procesos cognitivos reemprender el cuerpo y el movimiento con mejor resultado que la recuperación espontánea o la asociada a técnicas que tratan el cuerpo sin tener en cuenta los procesos cerebrales subyacentes es la tarea del presente este estudio”.

E.9: “El aprendizaje declarativo es necesario para recuperar la capacidad de desempeñar acciones con un movimiento de calidad”.

E.2: “Recordar y reconocer de forma consciente para realizar la acción motora automáticamente y las estrategias con el sistema de neuronas espejo son alternativas magníficas en el aprendizaje para estos pacientes (y para todos, incluido los pacientes de traumatología)”.

**PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “El aprendizaje explícito o declarativo implica capacidad lingüística de parte del paciente y en lesiones graves del hemisferio izquierdo este tipo de aprendizaje podría ser imposible o mucho más dificultoso por la pérdida de comprensión y/o expresión verbal del paciente. Aunque opino que el aprendizaje explícito ha resultado el más adecuado en la mayoría de los pacientes tratados por mí en 30 años, hay un número muy reducido de ellos, en los cuales el aprendizaje implícito, ha resultado ser más beneficioso”.

E.10: -

E.8: -

E.12: “Se necesita de una formación mínima específica del fisioterapeuta para guiar el aprendizaje”.

E.1: “Se presta escasa atención en el estudio a elementos que pueden incidir de forma muy notable en el aprendizaje declarativo del paciente (atención, memoria, etc...). Sólo se consideran estos aspectos en los criterios de selección, a través del Mini Mental Test, que ofrece poca información sobre las capacidades cognitivas del paciente”.

E.11: “Mencionaría en algún lugar la memoria y haría hincapié en que no es un aprendizaje por pruebas y errores”.

E.4: “Saber adaptarse al nivel del paciente”.

E.7: -

E.3: -

E.6: -

E.9: “Requiere tiempo para que se produzca y se automatice dicha organización. Y requiere participación activa del paciente”.

E.2: -

**Aportaciones de la investigadora principal:**

La adaptación y progresión de las tareas según el paciente pretende considerar el requisito de la participación activa del paciente en este abordaje, pero dentro de sus posibilidades, así como también la automatización.

En las mismas limitaciones del estudio piloto se contempló esta limitación sobre la falta de consideración de ciertos aspectos que influyen en el aprendizaje como la atención y memoria. En los criterios de selección se excluye la heminegligencia pero evidentemente esto es solo un aspecto atencional. Muy inicialmente, el estudio se planteó con la evaluación de otros aspectos cognitivos más allá de la imagen, como la atención, memoria y funciones ejecutivas pero nos frenamos al no encontrar ningún test o escala que relacionara estos procesos con el cuerpo o movimiento. Ciertamente sí que encontramos en el ámbito neuropsicológico incluyendo, por ejemplo, atención visual o memoria lingüística o auditiva, pero en aquel momento, ninguno que se vinculase con el cuerpo, y de aquí el descarte.

Por eso, el test Mini mental se propone justamente con la función inicial de criba general del estado del paciente (criterio de selección), conscientes que no sería un test válido para obtener información útil para el ejercicio.

**2.5.18. En referencia al elemento 5 “Lenguaje del terapeuta como guía”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

**PUNTOS FUERTES:**

E.5: “La guía verbal interna, presente en todos los humanos adultos parlantes, es una ayuda incontestable a toda la actividad humana: en todo paciente que haya perdido la capacidad de guiar sus acciones por este lenguaje interno, la guía verbal externa del terapeuta resulta ser una herramienta eficaz en la orientación de la tarea y enseña al paciente a transferir esta ayuda de externa a interna”.

E.10: “El lenguaje ayuda a la toma de conciencia del trabajo que se está realizando y mantiene al paciente atento”.

E.8: -

E.12: “Es un proceso cognitivo (factor de estudio). Deja claro qué hacer y cómo. Es útil para protocolarizar mejor actuaciones. Ayuda al paciente a dirigir correctamente la atención a su cuerpo y por tanto a activar los procesos cognitivos adecuados”.

E.1: “El uso de un lenguaje adecuado para guiar el ejercicio favorece la activación de los procesos cognitivos, y establece una clara diferencia entre el GE y el GC”.

E.11: “Quedan bien definidas las guías”.

E.4: “Permite ayudar al paciente en cualquier momento, así, trabajar a su nivel máximo de capacidad”.

E.7: “Lenguaje como medio para modular la activación de los procesos cognitivos durante el ejercicio por parte del terapeuta”.

E.3: “Reflejar (como está en el protocolo) que siempre que aparezca una REE se le pedirá al paciente que realice el movimiento de forma pasiva " déjate llevar". Siempre que aparezca IA se le pedirá al paciente que disminuya la intensidad de la contracción para obtener un movimiento sin elementos patológicos que no queremos reforzar "acompañame". Tendremos así en cuenta la calidad del movimiento”.

E.6: “Me parece fundamental, el lenguaje ayuda a visualizar el cuerpo y a sentir mejor el movimiento....es un recurso muy utilizado incluso fuera de rehabilitación (ejemplo, en Pilates)”.

E.9: “Permite hacer comprender al paciente el ejercicio y asegurarte que lo ya entendido. Además, permite indagar y conocer las estrategias que utiliza el paciente para organizar el movimiento. Lo cual permite al terapeuta poder intervenir, modificar y/o mejorar dicha organización”.

E.2: “Importante la concentración y precisión de las palabras correctas por parte del fisioterapeuta para la buena realización del ejercicio”.

#### **PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “En pacientes con lesiones del hemisferio izquierdo el terapeuta debería adecuar su lenguaje a la capacidad de comprensión verbal del paciente. Los pacientes con lesiones graves del hemisferio izquierdo presentan graves alteraciones de la comprensión y de la expresión de manera que la guía verbal no puede ser plenamente utilizada. A menudo el fisioterapeuta bien intencionado quiere adecuar su lenguaje al nivel de comprensión del paciente afásico, pero muy a menudo no tiene los conocimientos necesarios para hacerlo”.

E.10: “Puede ser distinto en función del fisioterapeuta”.

E.8: -

E.12: “Dar la información justa, las instrucciones justas al paciente (habilidad el terapeuta)”



E.1: “Resulta difícil observar si el terapeuta guía correctamente al paciente a través del lenguaje”.

E.11: “Haría referencia a grado 1, 2 o 3 y no movilizaciones pasivas o activas-asistidas...”

E.4: “Saber interpretar el lenguaje del paciente para guiarle correctamente”.

E.7: -

E.3: -

E.6: -

E.9: -

E.2: “Es necesario un muy buen adiestramiento”.

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

La importancia del lenguaje en este abordaje justifica también la formación de los terapeutas para saber, en primer lugar, cómo exponer el problema, y después, cómo guiar el paciente durante el mismo para ser capaz de responder a cada caso, situación y modalidad de ejecución. De aquí, la formación previa comentada, y en ésta justamente el lenguaje fue en lo que se hizo más hincapié y se discutió más entre los componentes, por su evidente dificultad. Por tanto, estoy de acuerdo con lo comentado y se ha tenido en cuenta de buen inicio y de forma especial.

En relación a los pacientes afásicos, también se hizo hincapié en la manera de interaccionar con ellos, si se diera el caso de un participante, pero conscientes que un paciente grave con afasia global no formaría parte del estudio (criterio de exclusión).

#### **2.5.19. En referencia al elemento 6 “*Feedback* de ejecución y de resultados”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

##### **PUNTOS FUERTES:**

E.5: “El *feedback* intrínseco somático como el visual favorecen el aprendizaje motor. El *feedback* extrínseco puede ser incluso más efectivo del intrínseco ya que se trata de aprendizaje declarativo en el cual el terapeuta dirige la atención del paciente hacia aspectos que muy a menudo él omitiría sin su guía”.

E.10: “El *feedback* también ayuda a consolidar el resultado”.

E.8: -

E.12: “Ayuda al paciente al aprendizaje y a la reorganización del SNC (cognición presente, factor de estudio). Ayuda al paciente a mejorar las sensaciones y el movimiento. Ayuda al terapeuta a saber qué hace el paciente y cómo, y por tanto, ayuda a adecuar mejor el problema al paciente (ya sea en dirigir mejor la atención de paciente al cuerpo, en proponerlo de otra manera...)”.

E.1: “El *feedback* proporcionado por el terapeuta favorece tanto la activación de los procesos cognitivos como el aprendizaje declarativo. El *feedback* sobre la ejecución del ejercicio centra la atención del paciente en los aspectos cualitativos del movimiento”.

E.11: -

E.4: “Permite al paciente aprender, ya sea de la correcta realización como del error”.

E.7: “Imprescindible para una ejecución correcta del ejercicio terapéutico cognoscitivo”.

E.3: “Fomentar el refuerzo positivo del paciente”.

E.6: “Se explica que los terapeutas serán entrenados en esto” “

E.9: “Permite al paciente en todo momento ser consciente de cómo ha llevado a cabo la tarea, de este modo se pueden reforzar sus potencialidades y trabajar sus déficits para mejorar el aprendizaje”.

E.2: -

### **PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “La efectividad del *feedback* extrínseco depende del grado de afectación lingüística en decodificación del paciente y de la activación de la memoria de trabajo y la atención”.

E.10: “Ninguno”.

E.8: -

E.12: “Flexibilidad del terapeuta, dificulta la "estandarización" de futuros protocolos. Es necesaria una formación mínima del terapeuta”.

E.1: “Como en ítems anteriores, resulta difícil observar y valorar este *feedback*”.

E.11: “Pondría ejemplos de cuándo el terapeuta tiene que dar el *feedback* lingüístico porque no queda muy claro a qué se refiere”.

E.4: “Ninguno”.

E.7: -

E.3: -

E.6: “No se explica ninguna pauta, de nuevo, la intuición y personalidad del terapeuta así como su forma de interactuar influyen en cómo se realiza el *feedback*”.

E.9: “Requiere tacto por parte del terapeuta ya que hay pacientes que se frustran ante los errores”.

E.2: -

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Si consideramos sólo la explicación del *feedback* externo lingüístico entonces este ítem no se diferenciaría demasiado del ítem anterior sobre el lenguaje (donde ya se han comentado los aspectos sobre la habilidad, sobre el paciente con afasia...). El planteamiento de este ítem iba focalizado no sólo a las informaciones aportadas por el lenguaje de guía sino también hacia el *feedback* de las informaciones visuales y somáticas.

En relación al *feedback* lingüístico aquí se haría hincapié en la reflexión sobre el *feedback* durante el ejercicio y el *feedback* de resultado final.

Establecimiento de pautas: vendría en función del grado del ejercicio (participación motora), del nivel sensitivo y cognitivo del paciente y aquí, evidentemente, de la habilidad del terapeuta (formación).

Por último, es cierta la limitación que vuelve a repetirse sobre la falta de evaluación, y por tanto, de información útil inicial del nivel de memoria y atención del paciente.

#### **2.5.20. En referencia al elemento 7 “Ejercicio como experiencia”, comenta los aspectos fuertes y débiles. (pregunta abierta)**

##### **PUNTOS FUERTES:**

E.5: “La experiencia prelesional del movimiento hace parte de la memoria a largo plazo del sujeto y como tal participa en la organización del mismo. Puede ser usada en el

ejercicio para anticipar correctamente un movimiento siempre que constatemos, a través de la descripción verbal del paciente, que se hayan trasladado a memoria de trabajo los elementos significativos para aquel gesto determinado en aquella persona determinada (memoria a corto plazo y memoria de trabajo). A través del ejercicio mismo creamos también nuevas experiencias de movimiento a través del *feedback* somático y visual que son utilizadas para el aprendizaje del mismo.

En los casos en los cuales hay afectación grave de la memoria (largo y breve plazo) utilizándola en el ejercicio estimularíamos su uso y esperaríamos mejorarla.

E.10: “Seguramente se potencia la plasticidad del sistema nervioso, consiguiendo un movimiento más correcto”.

E.8: -

E.12: “Ayuda a reorganizar el SNC después del ictus usando estrategias que generalmente se haría en ausencia de lesión para el aprendizaje. Integra varios aspectos a la vez, como sucede en ausencia de lesión. Integra aspectos cognitivos, motores, sensitivos y emotivos, todos ellos presentes en cualquier acción”.

E.1: “El planteamiento del ejercicio centrado en los aspectos aferentes y la conexión del ejercicio con experiencias previas favorecen la implicación cognitiva por parte del paciente”.

E.11: “Queda claro la relación experiencia-aprendizaje motor”.

E.4: “Elemento facilitador del aprendizaje”.

E.7: “Este tipo de ejercicios poseen los contenidos ideales para que el paciente realice una experiencia coherente con los problemas que presenta. Se busca reorganizar el SNC adecuándose al sujeto”.

E.3: “Destacar su importancia. Creo que es una herramienta fundamental en la recuperación de nuestros pacientes (también conseguimos activar áreas cerebrales y por lo tanto reorganizar desde el SNC las capacidades del paciente, justamente es en el SNC dónde estos pacientes tienen el daño”.

E.6: -

E.9: “La experiencia es la que promueve el aprendizaje. Al estar guiada en el ejercicio permite que sea adecuado a las capacidades del paciente”.

E.2: “Trabajar con experiencias previas para la realización posterior del ejercicio es un gran paso adelante a la hora de realizar un avance en el aprendizaje del paciente”.

**PUNTOS DÉBILES:**

E.5: “En los pacientes con alteraciones graves de la memoria a largo plazo, corto plazo y de trabajo puede ser dificultoso este proceso y limitado el aprendizaje del movimiento”.

E.10: -

E.8: -

E.12: “Es necesaria una formación mínima del terapeuta en este campo. No queda claro cómo se ha protocolarizado la búsqueda de esta experiencia previa”.

E.1: “Mismo que en ítems anteriores”.

E.11: “1. En lugar de "provenientes de las superficies" pondría "provenientes de la superficie de la piel" porque la aferencia se construye a través del cuerpo y no solo de la superficie táctil.

2. Experiencia previa, ¿hace referencia a la experiencia de antes de lesión? creo que no queda claro (especificaría con prelesional o antes de la lesión).

3. Quizás especificaría la importancia de que tiene que ser un aprendizaje guiado por el especialista y eso lleva a la recuperación”.

E.4: “Saber dar la experiencia correcta al paciente (significativa para él)”.

E.7: -

E.3: -

E.6: “La búsqueda de la experiencia previa útil también es complicada, en pacientes con afectación severa puede ser doloroso pedirles que recuerden como se movían antes...”.

E.9: -

E.2: -

**Aportaciones de la investigadora principal:**

La limitación comentada sobre la evaluación inicial de otros procesos cognitivos se puede observar también aquí. De todas formas, con el criterio general del test Minimental >24 se esperaría evitar un paciente con graves problemas de memoria. También se busca controlarlo mediante la descripción del paciente, sea durante el ejercicio (realización de la anticipación) sea durante la evaluación del test KVIQ donde no se han encontrado incapacidades del paciente para imaginar (confirmando que ningún paciente con graves problemas de memoria ha formado parte del estudio).

Se habla de experiencia prelesional pero siempre desde el punto de vista del Ejercicio terapéutico cognoscitivo, buscando en las sensaciones y emociones del paciente relacionadas con los ejercicios propuestos en la jerarquía para usarlas con las estrategias de las neuronas espejo (modalidades de ejecución). Se deja el paciente buscar y elegir o proponer sus experiencias, el terapeuta no las impone. Este proceder se explicó en la formación previa comentada previamente.

**2.6. Modalidad de ejecución del ejercicio:****2.6.2. Observación de la acción: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.****Aportaciones de los expertos:**

E.5: “La observación de la acción puede estar significativamente alterada en pacientes con alteración de la visión periférica (por lesión del Nervio óptico o por lesión del parietal posterior derecho) o en apráxicos”.

E.3: “Para activar las áreas de neuronas espejo que inician la organización del movimiento que queremos que aprenda el paciente sin recurrir a ensayo-error y sin que aparezcan elementos del específico motor: Reacción exagerada al estiramiento (o espasticidad), Irradiaciones anormales (o reacciones asociadas) o compensaciones”.

**Aportaciones de la investigadora principal:**

Para evitar justamente las dificultades para poder usar la observación de la acción bien expuestas en los comentarios, justamente como criterios de exclusión para formar parte del estudio se consideraron los problemas importantes de visión. No se definió como criterio la apraxia. Si ésta lo puede condicionar, entonces, se podría añadir.

### **2.6.3. Imitación de la acción: las modalidades de uso indicadas son adecuadas y cubren las situaciones terapéuticas más frecuentes.**

#### **Aportaciones de los expertos:**

E.11: "Opino que en los casos que se haga el movimiento pasivamente o en grado 1 así como también en los ejercicios de discriminación táctil se puede utilizar la imitación. Es decir que la imitación se puede hacer en cualquier ejercicio".

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Por definición, la imitación es una función cognitiva compleja que incluye la observación, la imagen y la ejecución de la acción. Se podría plantear esta ejecución en grado 1? Quizás sí, si me puedes hacer alguna aclaración más, pero en principio, por definición, la imitación necesita de la ejecución más activa.

Como aclaración, cuando hablamos de imitación, hacemos referencia a la realización por parte de la extremidad afectada. De aquí que se haya limitado su aplicación en los casos más activos. Otra cosa sería la realización de otra tarea, como la copia (con la extremidad sana). No sé si al proponerlo en grado 1 se podría pensar en que el terapeuta es quién mueve la extremidad para imitar la posición o movimiento del otro? Entonces, esto iría más en una tarea de discriminación de si el movimiento es el mismo que el realizado en la otra extremidad? Tarea no planteada en la jerarquía.

### **2.6.4. Anticipación o imagen motora: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

#### **Aportaciones de los expertos:**

E.11: "Cuando se dice ""el fisioterapeuta escoge la opción"" yo entiendo que es una posición de una articulación o una sensación de contacto con una superficie táctil pero creo que para el lector inexperto no podría saberlo fácilmente. Por otro lado no queda claro a qué se refiere cuando dice calidad del movimiento en el párrafo donde se explica el ejemplo. Entiendo que es la sensación del movimiento general agradable, fácil o ligero y no solo parámetros de distancia o de dirección".

#### **Aportaciones de la investigadora principal:**

Sí a lo expuesto, se ha entendido bien. Ya controlaré la expresión en el protocolo para que no genere dudas.

---

**ANNEX 17. Resultats panell d'experts ronda 2****2. FASE D'INTERVENCIÓ**

**2.1.1. Las 10 semanas de intervención terapéutica es tiempo suficiente para esperar obtener mejoras en el movimiento de la extremidad superior.**

**2.1.1.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

E.5: “Estoy de acuerdo con la investigadora principal en cuanto al comentario sobre el tiempo de evolución del paciente tomado en el estudio, la valoración de ítems”.

**2.2.4. La distribución de los 30 minutos que dura cada sesión es adecuado para trabajar las diferentes partes de la extremidad superior.**

**2.2.4.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

E.2: “Hay que tener en cuenta la situación de cada paciente, repartiendo el tiempo en función de cada uno y no de forma protocolaria, para todos igual”.

**2.3.2. El test *Motricity Index* es adecuado para valorar la función motora (fuerza muscular) de la extremidad superior.**

**2.3.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

E.5: “Completamente de acuerdo con la investigadora principal”.

**2.5.14. En referencia al elemento 1 "Propuesta de un Problema", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.4: “Nada a añadir”.

E.5: “Respecto a los puntos débiles comentados:

Las distracciones, entendidas como informaciones ambientales no programadas por el terapeuta, en principio, consideradas en los comentarios como puntos débiles en cuanto desvían al paciente de la focalización del problema, deberían contemplarse como parte de las capacidades conservadas o no en el paciente. En la realidad sopesamos y seleccionamos (inhibimos algunas y otras no) las informaciones ambientales como las internas (determinadas por estímulos interoceptivos o motivaciones generadas por el recuerdo) y, por



tanto, en situación terapéutica, este aspecto podría ser interpretado como aspectos a introducir paulatinamente en el ejercicio y no a excluir. Sobre el aburrimiento: si el paciente se aburre, estamos lejos de haber establecido una situación terapéutica. Revisaría contenidos y objetivos del aprendizaje como la relación de empatía con el paciente”.

E.2: “Coincido en la activación de los procesos cognitivos generados por el problema. El otro punto fuerte que no había visto es la valoración/evaluación realizada por el propio evaluador del protocolo. Esto hace que uno de los posibles puntos débiles, disminuya”.

E.9: “De acuerdo con los puntos fuertes. Con el entrenamiento anticipado, la maestría del terapeuta para adecuar el problema dejaría de ser un punto débil. No consideraría el aburrimiento como punto débil, ya que podría influir de la misma manera en cualquier tipo de tratamiento de rehabilitación, independientemente del abordaje”.

**2.5.15. En referencia al elemento 2 "Estrategias cognitivas del Sistema de Neuronas Espejo", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.4: “Nada a añadir”.

E.5: “De acuerdo”.

E.2: “Punto importante el tener en cuenta otras maneras de introducir al paciente otras estrategias cognitivas”.

E.9: “De acuerdo puntos fuertes. Con el entrenamiento anticipado, la maestría del terapeuta dejaría de ser un punto débil”.

**2.5.16. En referencia al elemento 3 "Activación guiada de los procesos cognitivos", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.4: “Nada a añadir”.

E.2: “La activación guiada de los procesos cognitivos es el camino para la mejora del paciente, que se ha facilitado bastante con la jerarquía de tareas para ayudar al paciente”.

E.9: “De acuerdo puntos fuertes. Con el entrenamiento anticipado, la maestría del terapeuta dejaría de ser un punto débil”.

**5.2.17. En referencia al elemento 4 "Aprendizaje", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.4: “Nada a añadir”.

E.5: “De acuerdo con la investigadora principal. Sé que no hay test que valoran memoria y atención respecto al cuerpo. Según mi experiencia encuentro una relación significativa entre aspectos de memoria y atención verbal (lesiones izquierdas) y capacidad de aprendizaje motor. Mi hipótesis es que zonas comunes como la encrucijada temporo-parieto-occipital son claves para el reconocimiento y ejecución de secuencias lingüísticas y motoras (no está demostrado, pero podría ser objeto de investigación)”.

E.2: “El paciente, durante el tiempo de tratamiento, es consciente de los cambios, la evolución que tiene por el re-aprendizaje que ha experimentado desarrollando movimientos de más calidad”.

E.9: “De acuerdo puntos fuertes”.

**2.5.18. En referencia al elemento 5 "Lenguaje del terapeuta como guía", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.4: “Nada a añadir”.

E.5: “De acuerdo con la investigadora principal. Añado un comentario sobre el criterio de exclusión del paciente afásico: lo excluiría no solo por las grandes dificultades de comunicación (que son las más evidentes), sino por lo que implica tener una afasia global y alteraciones sensitivo-motoras. Significa una zona amplia de lesión que contempla no solo alteraciones graves del lenguaje, sino alteraciones muy graves de la planificación e intencionalidad de la acción”.

E.2: “Estoy de acuerdo que es punto fuerte el lenguaje, observando que es donde más se incidió en la formación de los terapeutas”.

E.9: “De acuerdo puntos fuertes. Con el entrenamiento anticipado, la maestría del terapeuta dejaría de ser un punto débil”.

**2.5.19. En referencia al elemento 6 "Feedback de ejecución y de resultados", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.5: “Ok”.

E.2: “Punto difícil de valorar”.

E.9: “De acuerdo, puntos fuertes”.

**2.5.20. En referencia al elemento 7 "Ejercicio como experiencia", comenta los aspectos fuertes y débiles. (Pregunta abierta)**

E.2: “La experiencia que elige el paciente ayuda mucho para desarrollar los ejercicios posteriores y que se organice mejor, re-aprenda de nuevo a sentir y mover”.

E.9: “De acuerdo, puntos fuertes”.

E.3: “Creo que es una herramienta fundamental para facilitar la salida de la diasquisis de áreas no lesionadas directamente pero con sinapsis inactivas y, por lo tanto, conseguir un mejor resultado funcional”.

**2.6.2. Observación de la acción: las modalidades de uso indicadas según posibles situaciones terapéuticas son adecuadas.**

**2.6.2.1. Comentarios al respecto (sólo si Ud. cree necesario ampliar o esclarecer algún concepto)**

E.5: “Pacientes apráxicos presentan alteración de la comprensión del gesto y alteraciones de los movimientos sacádicos y de seguimiento ocular empleados en la observación del gesto observado”.

