

## Evaluación del efecto de los ejercicios de Core Stability para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco en los pacientes que han sufrido un ictus

Rosa M<sup>a</sup> Cabanas Valdés

Dipòsit Legal: B 26543-2015

**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.



---

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS EJERCICIOS DE *CORE STABILITY* PARA  
MEJORAR EL EQUILIBRIO EN SEDESTACIÓN Y CONTROL DE TRONCO EN  
LOS PACIENTES QUE HAN SUFRIDO UN ICTUS

---

Tesis doctoral para optar al grado de doctor en el programa de doctorado en  
Fisioterapia

Doctorando: Rosa M<sup>a</sup> Cabanas Valdés Universitat Internacional de Catalunya.  
Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Departament de Fisioteràpia.

Julio 2015

Directores de tesis: Dra. Caritat Bagur Calafat y Dr. Gerard Urrútia Cuchí.



## **AGRAÏMENTS**

Al meu marit Toni i al meu fill Patrick per la seva inestimable paciència i comprensió per les hores d'absència al vostre costat, i als meus germans Jordi i Agustí.

Al meu pare, mort quan jo tenia 6 anys, i que estaria molt orgullós del treball fet, ell em va ensenyar a ser constant i treballar pel que un vol. A la meva mare, perquè va saber lluitar quan érem petits i això ens ho va transmetre. Als meus tiets Miquel i Carme i cossins Natalia i Albert.

Als meus directors de tesi, la Dra. Caritat Bagur i el Dr. Gerard Urrútia, per tots els coneixements que m'han transmès i les hores que m'han dedicat del seu temps, ells són els que m'han fet entrar en aquest món apassionant de la investigació, mai estaré prou agraïda per a la seva ajuda.

Als meus companys i companyes del departament de Fisioteràpia, especialment a la Dra. Montserrat Girabent per les seves ensenyances en estadística, i a l'Ana Germán, per les ajudes rebudes i col·laboració en les diferents publicacions i la seva paciència infinita. A tots perquè han sigut molt importants i han col·laborat en aquesta tesi i sense ells no ho hagués aconseguit. Als estudiants de 4<sup>a</sup> de grau, ara ja fisioterapeutes, Mathieu Polastron i Bastien Bagraux per l'ajuda que hem van donar en la recollida de dades dels estudis de validació.

Als pacients, als qui han participat en aquesta tesi i a tots els que al llarg de la meva vida professional m'han ajudat a aprofundir en el coneixement de la fisioteràpia i, sobretot, a comprendre la part més humana del procés de readaptació després de patir un ictus.

Al Sr. Xavi Bel i la Dra. Caballero per obrir-me les portes i poder realitzar els estudis en el seu hospital Parc Tauli de Sabadell i les fisioterapeutes, Silvia Covarrubias, Anabel Gelides i Esperanza per la seva inestimable col·laboració en l'assaig clínic i validacions.

Al Dr. David Cánovas Vergé i Dr. Xavi Gironès Garcia per a les seves inestimables col·laboracions i consells.

A la direcció del Parc Sanitari Pere Virgili, Dr. Inzitari, Sr. Garzón i Sra. Mireia Camó i les fisioterapeutes, Montse Hernández, Ana Barrios, Gary Siuming Lau, Marta Puiggene, Laura De Juana, per col·laborar en l'assaig clínic

A tots els meus companys d'afició, muntar a cavall, per ajudarem a distreure la ment i fer que tots els dilluns tornés amb forces a treballar.

“El cerebro no es un vaso por llenar, sino una lámpara por encender”

Plutarco, Historiador, biògraf i assagista grec

## ÍNDICE

<b>1- PRESENTACIÓN</b> .....	9
<b>2- RESUMEN</b> .....	13
<b>3-INTRODUCCIÓN</b> .....	19
3.1. ICTUS.....	21
<u>3.1.1 Definición y magnitud del problema</u> .....	21
<u>3.1.2 Clasificación del ictus</u> .....	22
<u>3.1.3 Epidemiología</u> .....	29
<u>3.1.4 Diagnóstico del ictus</u> .....	32
<u>3.1.5 Factores de riesgo vascular (FR)</u> .....	33
<u>3.1.6 Complicaciones y secuelas del ictus</u> .....	35
3.2- CONTROL POSTURAL Y EQUILIBRIO.....	43
<u>3.2.1 Orientación postural</u> .....	44
<u>3.2.2 Estabilidad postural o equilibrio</u> .....	46
<u>3.2.3 Componentes que intervienen en el Control Postural</u> .....	48
<u>3.2.4 Estrategias del Control Postural</u> .....	67
3.3. TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA.....	72
<u>3.3.1 Recuperación funcional y plasticidad cerebral</u> .....	73
<u>3.3.2 Etapas de recuperación del ictus</u> .....	75
<u>3.3.3 Principios generales de Fisioterapia</u> .....	77
<u>3.3.4 Intervenciones terapéuticas de Fisioterapia para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco</u> .....	79

<u>3.4.5 Instrumentos de valoración del equilibrio y control del tronco para pacientes adultos postictus</u> .....	81
3.4. <i>CORE STABILITY</i> .....	82
<u>3.4.1 Anatomía funcional del Core</u> .....	84
<u>3.4.2 Sistemas de estabilidad de la columna vertebral</u> .....	85
<u>3.4.3 Ejercicios de Core Stability</u> .....	92
<b>4-JUSTIFICACIÓN</b> .....	97
<b>5-HIPÓTESIS</b> .....	103
<b>6-OBJETIVOS</b> .....	107
<b>7-MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	111
<b>8-RESULTADOS</b> .....	129
<b>9-DISCUSIÓN</b> .....	217
<b>10-CONCLUSIONES</b> .....	237
<b>11-BIBLIOGRAFÍA</b> .....	241
<b>12-ANEXOS</b> .....	289
Anexo 1. Hoja de información al paciente y consentimiento informado de las publicaciones 2,3 y 4.....	291
Anexo 2. Carta de aprobación del comité de ética de la UIC y Parc Taulí de las publicaciones 2, 3 y 4.....	297
Anexo 3. Cuaderno de recogida de datos de las publicaciones 2,3 y 4.....	301
Anexo 4. Instrumentos de evaluación.....	311
Anexo 5. Metanálisis de la revisión sistemática (publicación 1).....	333
Anexo 6. Aceptación publicación 3.....	334

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales causas de defunción según sexo en el año 2012 .....	30
Tabla 2: Media de edad de los pacientes con ictus en 2010 según el nivel de ingresos de los países.....	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación clínica del ictus .....	23
Figura 2. Infarto cerebral focal .....	25
Figura 3. Origen de las causas de los infartos cerebrales.....	26
Figura 4. Hemorragia cerebral.....	28
Figura 5. Las acciones posturales y el movimiento emergen de la interacción entre el individuo, la tarea y el entorno .....	43
Figura 6. Límites de estabilidad, anormal y normal. ....	46
Figura 7 Áreas de Brodman.....	55
Figura 8. Eje somatosensitivo del sistema nervioso. ....	57
Figura 9. Vía de la columna dorsal lemnisco medial para la transmisión de los tipos críticos de señales táctiles.....	57
Figura 10 Vía corticoespinal (piramidal). ....	59
Figura 11 El sistema somatosensorial.....	60
Figura 12 Valoración postural.....	65
Figura 13 Límites del <i>Core Stability</i> .....	85
Figura 14 Los tres sistemas que contribuyen a la estabilidad lumbo-pélvica. ....	87



Figura 15. Ejercicio de Core lateral. ....	91
Figura 16-18 Posición en decúbito prono, lateral horizontal y cuadrupedia .....	93
Figura 19 y 20 Posición en decubito supino y bipedestación .....	94
Figura 21 y 22 Posición con la physio-ball en cuadrupedia y decubito supino .....	94
Figura 23 y 24 Posición con la physio-ball en sedestación y decubito supino .....	95
Figura 25 Posición con la physio-ball en sedestación modificando el entorno .....	95
Figura 26 Posición con la physio-ball en sedestación modificando el entorno .....	96
Figura 27 y 28 . Ejercicios de <i>Core Stability</i> en decúbito supino .....	123
Figura 29 y 30. Ejercicios de <i>Core Stability</i> en decúbito supino .....	123
Figura 31 y 32 . Ejercicios de <i>Core Stability</i> en decúbito supino y physio-ball ...	123
Figura 33 y 34 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación	125
Figura 35 y 36 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación	125
Figura 37 y 38 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación	125
Figura 39 y 40 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación y physio-ball .....	126
Figura 41 y 42 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación y physio-ball .....	126
Figura 43 y 44 Ejercicios de <i>Core Stability</i> sedestación y physio-bal .....	126

## ABREVIATURAS

En el presente estudio se han utilizado las siguientes siglas, abreviaturas y acrónimos que se detallan por orden alfabético.

---

AGREE	<i>Appraisal of Guidelines for REsearch &amp; Evaluation</i>
AHA	<i>American Heart Association</i>
AHA-SOC	<i>American Heart Association–Stroke Outcome Classification</i>
AIT	Ataque isquémico transitorio
AP	Estabilidad antero-posterior
APAs	Ajustes posturales anticipatorios
APTA	<i>American Physical Therapy Association</i>
ATP	Adenosín trifosfato
AVD	Actividades de la vida diaria
BA	Base de apoyo
BBA	<i>Brunel Balance Assessment</i>
BBS	<i>Berg Balance Scale</i>
BS	Base de sustentación
C	Coordinación
CEBP	Centro de la Fisioterapia Basada en la Evidencia
CG	Centro de gravedad
CIF	Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud
CM	Centro de masas

---

CP	Centro de presiones
CSEs	Ejercicios de <i>Core Stability</i>
DGI	<i>Dynamic Gait Index</i>
EBP	<i>Evidence-Based Practice'</i>
EBCPGs	<i>Evidence-Based clinical practice guidelines</i>
ECA	Ensayo controlado aleatorizado
ECV	Enfermedades cardiovasculares
ED	Equilibrio dinámico
EVC	Enfermedades vasculares cerebrales
FAC	<i>Functional Ambulation Categories</i>
FBE	Fisioterapia basada en la evidencia
FIST	<i>Function in Sitting test</i>
FR	Factores de riesgo
FTBS	<i>Four Test Balance Scale</i>
FTL	Fascia toraco lumbar
GPC	Guías de práctica clínica
HIC	Hemorragia intracraneal
HSA	Hemorragia subaracnoidea espontánea
HSA	Hemorragia subaracnoidea
HTA	Hipertensión arterial
IB	Índice de Barthel

---

IC	Intervalo de confianza
ICC	Indice de correlación intraclase
LACI	Lacunar Infarction
MeSH	<i>Medline Subject Heading</i>
ML	Estabilidad mediolateral
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
OE	Oblicuo externo
OI	Oblicuo interno
OMS	Organización Mundial de la Salud
PACI	Partial Anterior Circulation Infarction
PASS	<i>Postural Assessment Scale for Stroke Patients</i>
PEDro	<i>Physiotherapy Evidence Database</i>
POCI	Posterior Circulation Infarction
RM	Resonancia magnética
RS	Revisiones sistemáticas
SEN	Sociedad Española de Neurología
SNC	Sistema nervioso central
SRT	<i>Sit and Reach Test</i>
TACI	Total Anterior Circulation Infarction
TC	Tomografía computerizada
TCT	<i>Trunk Control Test</i>

---

TENS	Estimulación eléctrica nerviosa transcutánea
TIS	<i>Trunk Impairment Scale</i>
TrA	Transverso del abdomen
TTE	Entrenamiento de ejercicios de tronco
UE	Unión Europea
UM	Unidad motora

# **1- PRESENTACIÓN**

---



La presente tesis compila el resultado de cuatro estudios siguiendo una línea de investigación. Tres están publicados y uno enviado a la revista. Esta línea tiene una vertiente metodológica y otra clínica, ya que se han utilizado tres tipos de estudios, como son las revisiones sistemáticas (RS), los estudios de validación y el ensayo clínico aleatorio (ECA), sobre un tema en común como son los trastornos del equilibrio y control del tronco en pacientes que han experimentado un ictus.

En las siguientes páginas se pone en contexto el problema del ictus y sus secuelas, con un especial énfasis en la debilidad muscular y las alteraciones de la sensibilidad, lo cual conduce a deficiencias en el control postural y equilibrio. El control postural es una habilidad muy compleja; en la que intervienen diferentes sistemas, y que resulta imprescindible para una vida independiente, para la realización de cualquier tarea de la vida diaria y en la deambulación. En esta tesis se aborda una línea de investigación para mejorar dichas deficiencias, como es un enfoque fisioterapéutico basado en ejercitar y potenciar la musculatura central del cuerpo o *Core*.

El primer trabajo de investigación consistió en la realización de una RS para analizar qué evidencia existía hasta el momento referente a la efectividad de los ejercicios de tronco o de *Core Stability* para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco en los pacientes que han sufrido un ictus. La revisión sirvió para constatar las deficiencias metodológicas de los ECAs realizados hasta la fecha, así como para detectar la ausencia de escalas validadas a la lengua española, para evaluar el equilibrio en sedestación y control postural en este tipo de pacientes. A partir de la revisión y en base a las deficiencias detectadas se diseñó un ECA para evaluar el efecto de los ejercicios de *Core Stability* en la población que ha sufrido su primer ictus y se encuentra en la fase subaguda ( $\leq 3$  meses). Así mismo dos escalas utilizadas en el ECA y de uso frecuente en neurología, fueron validadas a la lengua española.





## **2- RESUMEN**

---



**Introducción:** El ictus es la tercera causa de muerte en el mundo occidental y la primera de invalidez en la población adulta dejando a un tercio de los pacientes que sobreviven con secuelas que les generan importantes limitaciones e incapacidades permanentes. Muchos de ellos presentan alteraciones motoras y sensoriales, lo que conduce a deficiencias en el control postural y equilibrio. La neurorrehabilitación representa la única oportunidad de mejora para ellos. Diversos estudios afirman que la evaluación del control de tronco y equilibrio en sedestación, en la primera y segunda semana del ictus, son un predictor a nivel de la capacidad funcional y marcha del paciente a los 6 meses y que existe una correlación entre el deterioro del tronco y el equilibrio y el control postural. Por tanto el primer objetivo desde el punto de vista de la fisioterapia debería ser mejorar dichas deficiencias. Existe un amplio abanico de estrategias fisioterapéuticas alternativas, pero ninguna de ellas goza del privilegio de ser la más efectiva. Entre ellas, los ejercicios de tronco o de *Core Stability* apuntan a que podrían ser un buen abordaje para mejorar la funcionalidad del tronco y el equilibrio en sedestación.

**Objetivos:** Evaluar el efecto de los ejercicios de *Core Stability* o de tronco para mejorar el equilibrio dinámico en sedestación y control de tronco y determinar si estos ejercicios tienen un efecto de transferencia o *carry-over* sobre el equilibrio en bipedestación, marcha y actividades de la vida diaria (AVDs). Por otro lado, verificar la validez de las traducciones al español de dos herramientas de medición del equilibrio en sedestación, el rendimiento del tronco y el control postural en general.

**Métodos:** Se realizaron cuatro estudios de investigación. El primero consistió en una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorios (ECAs), cuyo objetivo era evaluar la evidencia existente acerca de la efectividad del entrenamiento de los ejercicios de tronco, sin ayuda de ningún aparato electromecánico, para la mejora del equilibrio en sedestación, en pacientes que han sobrevivido a un ictus. Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica en las siguientes bases de datos CENTRAL, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, PEDro, REHABDATA Database, Scielo, Scopus, Web of Science y los metabuscadores Trip Database, y Epistemonikos, siguiendo una estrategia de búsqueda sensible diseñada a tal

efecto. Dos autores de forma independiente realizaron la selección de los estudios y la evaluación de su calidad metodológica mediante la escala PEDro. La variable principal fue el equilibrio en sedestación y control funcional del tronco evaluado con la *Trunk Impairment Scale* (TIS) y la *Reach Test* modificada y las variables secundarias consistieron en el equilibrio en bipedestación valorada con la *Berg Balance Scale* (BBS), con una plataforma de fuerzas, test de Tinetti, test de Romberg, *Four Test Balance Scale* (FTBS), *Brunel Balance Assessment* (BBA) y la marcha con la subescala del test de Tinetti, sección *stepping* de la BBA, *Dynamic Gait Index* (DGI), *Functional Ambulation Categories* (FAC) y 10 metros caminar, la movilidad fue evaluada con la *Rivermead Motor Assessment Battery* (RMAB) e Índice de Barthel (IB) y la calidad de vida con el cuestionario *Stroke Specific Quality of Life Scale* (SS-QOL).

El segundo y tercer estudios consistieron en una validación y traducción a la lengua española de dos escalas utilizadas en el ECA la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) y la *Trunk Impairment Scale* versión 2.0 (TIS 2.0). En los dos estudios se valoró la consistencia interna con el alfa de Cronbach y la fiabilidad intra e interobservador en la PASS con el índice de correlación intraclass (ICC) y en la TIS 2.0 con el índice de Kappa. Se siguieron las recomendaciones de Streiner y Norman respecto a la traducción y retrotraducción de las escalas. Para el cálculo de la muestra se utilizaron los criterios de Walter y Zou. Con una fiabilidad esperable de 0,85 con una amplitud del intervalo de confianza (IC) 95% de 0,2 la muestra necesaria fue de 60 pacientes para la PASS y de 58 para la TIS 2.0.

El cuarto estudio consistió en un ECA, multicéntrico, a simple ciego (evaluador), en el cual se reclutaron a 80 pacientes los cuales fueron asignados aleatoriamente a dos grupos, un control (n=40) y un experimental (n=40). Los dos grupos realizaron la fisioterapia convencional suministrada en el centro correspondiente y además al grupo experimental se le añadieron 15 minutos de ejercicios musculares de *Core Stability*.

La variable principal del ECA fue el equilibrio dinámico en sedestación y control de tronco valorados con la versión española de la escala *Trunk Impairment Scale* versión 2.0 (TIS 2.0) y la *Functional in Sitting Test* (FIST). Las variables

secundarias consistieron en el equilibrio en bipedestación y marcha valoradas con la BBS, BBA, Test de Tinetti, versión española de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) y las ADLs con el IB. Teniendo en cuenta las posibles pérdidas se reclutaron a 80 pacientes. La puntuación de las escalas se realizó al inicio y al final de la intervención.

**Resultados:** Respecto a la revisión, se incluyeron 11 ECAs los cuales cumplían los criterios de inclusión, donde se analizaron a 317 pacientes con una media de edad de 64,1 años. En la escala PEDro se obtuvo una puntuación de 6,3 puntos sobre un máximo de 8 (rango de 3 a 8). Cinco estudios evaluaron el equilibrio dinámico en sedestación con la TIS y dos con el *Reach Test* modificado hallándose diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental, el resto evaluaron el equilibrio estático en sedestación no hallándose diferencias estadísticamente significativas entre grupos. En lo que concierne al equilibrio en bipedestación y marcha solo tres estudios hallaron diferencias estadísticamente significativas en las escalas de BBS, test de Tinetti, FTBS y DGI a favor del grupo experimental. Referente a la calidad de vida sólo un estudio lo valoró con el cuestionario SS.QOL hallando diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental y sólo dos estudios investigaron la movilidad y las actividades de la vida diaria con el IB pero sin diferencias entre grupos.

Relativo a las versiones españolas de los estudios de validación, el índice alfa de Cronbach fue de 0,94 para la (PASS) y de 0,90 para la (TIS 2.0), lo que indica una buena consistencia interna. En cuanto a la fiabilidad inter e intraobservador de la PASS se obtuvo un ICC para cada uno de los ítems de  $>0,9$  lo que indica una buena precisión y un valor excelente. En la TIS 2.0 se valoró con el índice de Kappa  $\geq 0,8$  demostrando una excelente fiabilidad intra e interobservador para la mayoría de los ítems.

En el ECA, se incluyeron a 80 pacientes con una media de tiempo después del ictus de 23,25 (16,7) días y una media de edad de 75 años. No se hallaron diferencias al inicio entre los dos grupos para las variables demográficas recogidas o parámetros relacionados con el ictus. Ambos grupos mejoraron significativamente en todas las medidas de resultado al final de la intervención en

comparación con el valor basal. Sin embargo, la mejoría fue mayor en el grupo experimental, con diferencias estadísticamente significativas para todas las puntuaciones totales de las variables de respuesta, excepto en la sección *sitting* de la escala BBA.

**Conclusiones:** Los ejercicios de tronco o *Core Stability* realizados sobre una superficie estable e inestable son una buena estrategia de tratamiento fisioterapéutico para mejorar el rendimiento y el control del tronco, el equilibrio dinámico en sedestación, equilibrio en bipedestación, marcha y AVDs en la fase subaguda del ictus.

Las versiones españolas de la PASS y de la TIS 2.0 son válidas y fiables para valorar el equilibrio en sedestación, rendimiento del tronco y control postural en pacientes adultos postictus aunque los pacientes presenten un gran deterioro del control postural. Especialmente la PASS es muy útil en fases iniciales del ictus para detectar pequeños cambios en el control postural y equilibrio del paciente.

## **3-INTRODUCCIÓN**

---





### 3.1. ICTUS

---

#### **3.1.1 Definición y magnitud del problema**

Hace más de 2.400 años el padre de la medicina, Hipócrates, reconoció y describió el ictus como el "inicio repentino de parálisis". Existe un común acuerdo en la comunidad científica de utilizar el término ictus –en latín significa “golpe”, porque su presentación suele ser súbita y violenta en analogía con el uso del vocablo *stroke* en inglés (1) y evitar términos más confusos o menos explícitos, como son “accidente vascular cerebral”, “ataque cerebral” “apoplejía”, “embolia”, términos de implicaciones históricas. El grupo de estudio de las Enfermedades Vasculares Cerebrales (EVC) de la Sociedad Española de Neurología (SEN) recomienda la utilización del término ictus para referirse de forma genérica a la isquemia cerebral y a la hemorragia intracerebral y a la subaracnoidea (2-4).

La organización mundial de la salud (OMS) define el ictus como “el desarrollo de signos clínicos de alteración focal o global de la función cerebral con síntomas que tienen una duración de más de 24 horas o que progresan hacia la muerte y no tienen otra causa aparente que un origen vascular” (5). El ictus se divide en dos grandes grupos según su mecanismo de producción como es el infarto cerebral que representa un 80-85% y la hemorragia intracraneal que representa un 15-20% de los casos.

Según los datos de la OMS en el año 2012 las personas que sobrevivieron a un ictus presentaron a nivel mundial una gran incidencia y prevalencia siendo la tercera causa de muerte y la primera de invalidez en la población adulta. Un tercio de los pacientes que sobreviven sufren secuelas que les generan importantes limitaciones e incapacidades permanentes (6-9) por lo que este proceso requiere dentro del área de la fisioterapia una especial atención ya que es la única opción de mejora después del episodio agudo. También es la segunda causa de demencia tras la enfermedad de Alzheimer (10), la causa más frecuente de epilepsia en el anciano y un motivo frecuente de depresión. La persona presenta alteraciones en el control postural y el equilibrio lo cual aumenta el riesgo de sufrir una caída y disminuye su calidad de vida (11).

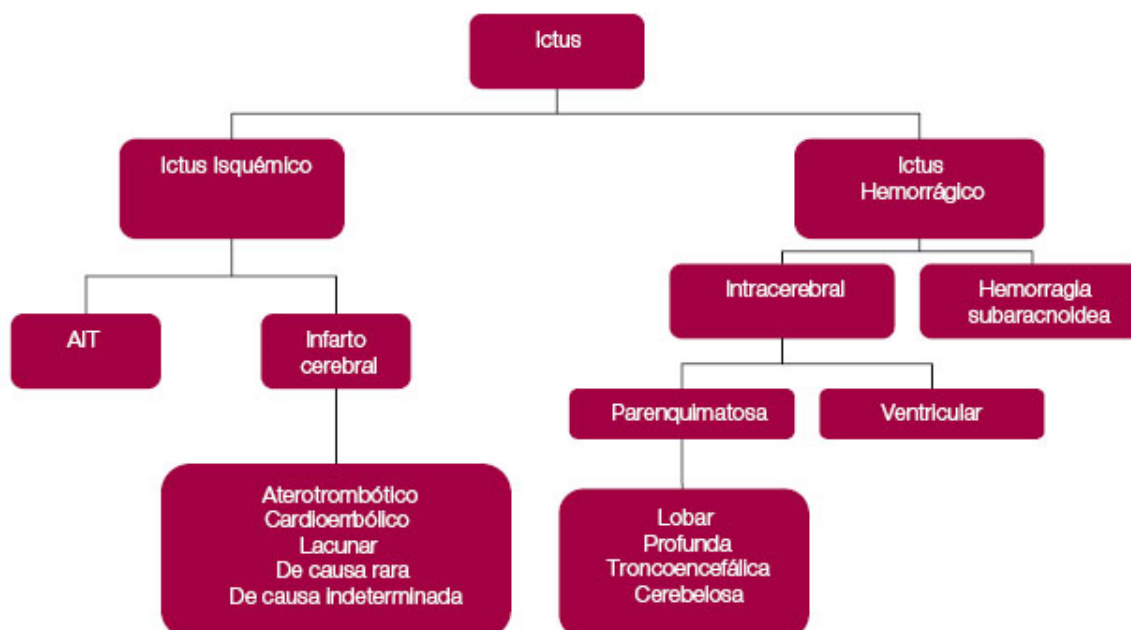
En las EVC no es posible aplicar el concepto clásico de cura. La OMS definió la salud en 1948 como “un estado de bienestar completo físico, psíquico y social y no solamente la mera ausencia de enfermedad” (12). A lo largo de la historia de la medicina bajo todas las distintas denominaciones en los que se ha conocido este proceso clínico-patológico ha estado asociado a una connotación de mal pronóstico y de imposibilidad de recuperación. Sin embargo, en las dos últimas décadas se ha producido un giro radical en la morbi-mortalidad del ictus con la aparición del tratamiento trombolítico, en la fase hiper-aguda del ictus, así como una mayor estrategia de prevención y unas posibilidades mayores de recuperación funcional con una rehabilitación adecuada (13).

El ictus repercute gravemente en la calidad de vida del paciente así como en la de su entorno familiar provocando sufrimiento y además lastra gravemente la economía de la sociedad (14). Debido a que la mortalidad por ictus disminuye y las expectativas de vida aumentan uno de los problemas que se plantean, además del crecimiento de una población con déficits funcionales importantes es la recurrencia del ictus. Entre el 30-43% de los pacientes que han padecido un ictus tendrán otro en los cinco años siguientes (15) y este riesgo es máximo en el mes posterior al episodio.

Las secuelas derivadas del ictus varían según la extensión del mismo, seguimiento y atención recibida. En un estudio realizado en nuestro país hasta el 45% de los pacientes vivos a los tres meses presentaban discapacidad moderada o severa (16). Sólo el 25% de los pacientes vuelven al nivel de participación diario y funcionamiento físico como los que presentan los individuos de la comunidad que no han sufrido un ictus (17).

### **3.1.2 Clasificación del ictus**

Existen numerosas clasificaciones del ictus. A continuación se presenta una clasificación con un enfoque clínico (Figura 1).



**Figura 1. Clasificación clínica del ictus.** Fuente: Modificado de Díez Tejedor et. al,(18)

### 3.1.2.1 Ictus isquémico

Es producido por la falta de aporte sanguíneo a una determinada zona del parénquima encefálico (18) (Figura 2).

Se consideran dos tipos de ictus isquémico: ataque isquémico transitorio (AIT) e infarto cerebral.

a. *AIT*: Se define como “signos clínicos focales o alteración global de la función cerebral de instauración rápida que dura menos de 24 h sin una causa aparente que no sea la vascular”(5) ésta definición ha sido debatida recientemente por la *American TIA Working Group* que propone un criterio temporal de menos de una hora (19-21).

La duración de 24 horas es arbitraria y de hecho la mayoría de los AIT duran menos de una hora (típicamente menos de 10 minutos). Constituye un signo de alarma y es un predictor de infarto cerebral. El riesgo de desarrollar un ictus tras un AIT es de hasta un 3% en los primeros 2-3 días (22,23), 7% en la primera semana y hasta de un 12% a los 90 días (24,25). La posibilidad de recurrencia se relaciona claramente con la etiopatogenia del ictus. Atendiendo a la etiología del infarto cerebral, se recogen episodios transitorios previos en el 25% al 50% de los

infartos aterotrombóticos, en el 11% al 30% de los infartos cardioembólicos y en el 11% al 20% de los infartos lacunares (26).

b. *Infarto cerebral*: Se produce cuando la isquemia cerebral es lo suficientemente prolongada en el tiempo como para producir un área de necrosis tisular (2) y es debido a la falta de aporte sanguíneo a una determinada zona del parénquima encefálico. Una actuación adecuada en las primeras horas es fundamental para salvar tejido cerebral. El único tratamiento médico aprobado en la actualidad es la fibrinolisis con alteplase en las primeras 4-5 horas tras el inicio de los síntomas y tras haber excluido una hemorragia y otros criterios de exclusión (27). Datos experimentales demuestran que la hipotermia reduce el tamaño del infarto (28,29).

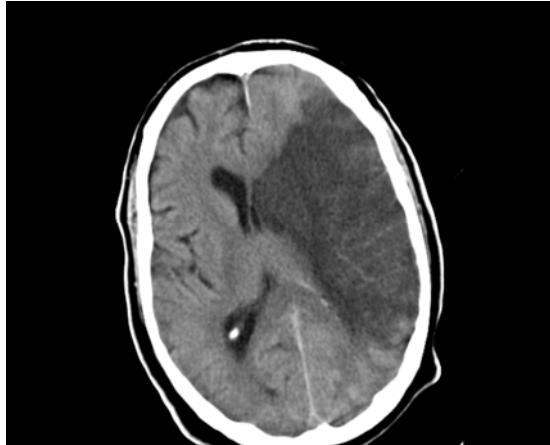
El infarto cerebral atendiendo a su extensión puede ser global o focal.

*-Infarto cerebral global*: Está originada por un descenso importante, rápido y normalmente breve del aporte sanguíneo total al encéfalo. La isquemia cerebral global por más de 5 a 10 minutos suele ser incompatible con la recuperación de la conciencia en personas normotérmicas (30).

La disminución del flujo sanguíneo cerebral por debajo de los niveles mínimos necesarios para el funcionamiento cerebral afecta a todo el encéfalo de forma simultánea. El daño anatómico no se limita al territorio de arterias específicas, sino que compromete a los hemisferios cerebrales de forma difusa, con o sin lesión asociada del tronco encefálico y el cerebelo. En casos más prolongados abarca áreas más extensas del encéfalo pudiendo llegar a ocasionar necrosis laminar amplia del manto cortical la cual conduce al paciente a un estado vegetativo persistente (31-33). Son diversas las causas: disminución del gasto cardiaco (paro cardíaco, arritmias, etc) o de las resistencias periféricas (shock sistémico), cirugía cardiovascular o hipotensión durante la anestesia por cirugía general.

*-Infarto cerebral focal*: Es debido a la falta de aporte sanguíneo a una determinada zona del parénquima encefálico. La isquemia cerebral focal suficiente para causar signos o síntomas clínicos es de 15 a 30 minutos de duración provocando una lesión irreversible en neuronas específicas muy vulnerables. Si la isquemia dura

una hora o más es inevitable el infarto de parte o la totalidad del territorio vascular afectado (34).



**Figura 2. Infarto cerebral focal.** Fuente: *Images in clinical medicine Evolving Infarction in the Anterior Circulation*, Dilan Athauda, M.B.,B.S.Garryck Shernshih Tan, B.M., B.S.(35).

### Clasificación topográfica de los infartos cerebrales (36)

La singularidad de esta clasificación es que utiliza exclusivamente criterios clínicos (2).

a. TACI (*Total Anterior Circulation Infarction*) Infarto total o parcial de la circulación anterior constituye el 15% de los infartos cerebrales. La causa es más frecuentemente embólica.

b. PACI (*Partial Anterior Circulation Infarction*, infarto parcial de la circulación anterior) es el más frecuente con un 35% de los infartos cerebrales. Las dos causas más habituales son el cardioembolismo y la arterosclerosis en proporción similar.

c. POCI (*Posterior Circulation Infarction*, Infarto de la circulación posterior), tiene una frecuencia del 25% de los infartos cerebrales. La causa más habitual es la arterosclerosis.

d. LACI (*Lacunar Infarction*, Infarto lacunar), un infarto de pequeño tamaño la frecuencia es del 25% de los infartos cerebrales. La causa más común es la lipohialinosis asociada a hipertensión arterial así como microateromas.

### Clasificación etiológica de los infartos cerebrales (18)

Los infartos cerebrales se pueden agrupar en 5 grandes grupos etiológicos (Figura 3):

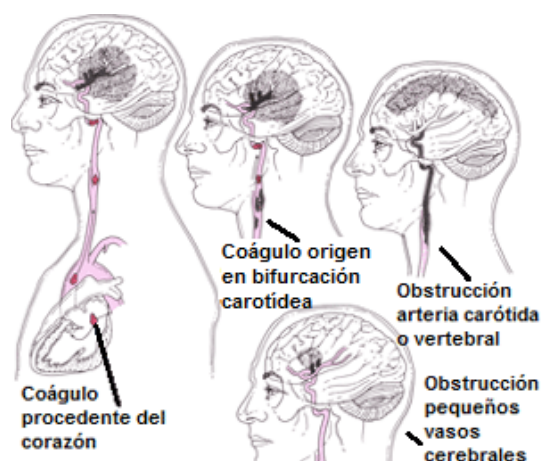
a. *Infarto aterotrombótico*: Generalmente de tamaño medio o grande de topografía cortical o subcortical y localización carotídea o vertebrobasilar.

b. *Infarto cardioembólico*: Generalmente de tamaño medio o grande de topografía habitualmente cortical.

c. *Infarto lacunar*: Enfermedad oclusiva de pequeño vaso arterial (<1,5 cm de diámetro) en el territorio de una arteria perforante cerebral. Es el resultado de alteraciones en la pared de las pequeñas arterias perforantes cerebrales y que suele ocasionar clínicamente un síndrome lacunar.

d. *Infarto de causa inhabitual o rara*: De pequeño tamaño, mediano o grande de localización cortical o subcortical en el territorio carotídeo o vertebrobasilar de causa infrecuente.

e. *Infarto de etiología indeterminada*: De tamaño medio o grande, de localización cortical o subcortical, en el territorio carotídeo o vertebrobasilar en el cual tras un exhaustivo estudio diagnóstico han sido descartados los demás subtipos.



**Figura 3.** Origen de las causas de los infartos cerebrales.

Fuente: [http://www.neuros.net/es/isquemia\\_cerebral.php](http://www.neuros.net/es/isquemia_cerebral.php) indexado el día 4.12.2014

Para definir la etiología es necesario realizar una anamnesis y una exploración física exhaustivas, estudios de neuroimagen tomografía computerizada (TC) y

Resonancia Magnética (RM), estudios neurovasculares (ultrasonografía de troncos supraórticos y transcraneal, angiografía por RM, angiografía por TC o angiografía cerebral si fuera preciso), estudios cardiológicos y estudios de hemostasia.

### Mecanismos de infarto cerebral (1)

-*Trombótico*: Existe una estenosis u oclusión de una arteria cerebral intra o extracraneal.

-*Embólico*: Se debe a la oclusión de una arteria por un émbolo distal a un punto donde exista un adecuado flujo colateral.

-*Hemodinámico*: El infarto determinado hemodinámicamente ocurre cuando la perfusión global cerebral está críticamente disminuida debido a una hipotensión arterial importante y el flujo compensatorio colateral es insuficiente; se favorece si coexiste una estenosis grave o una oclusión arterial.

### **3.1.2.2 Ictus hemorrágico**

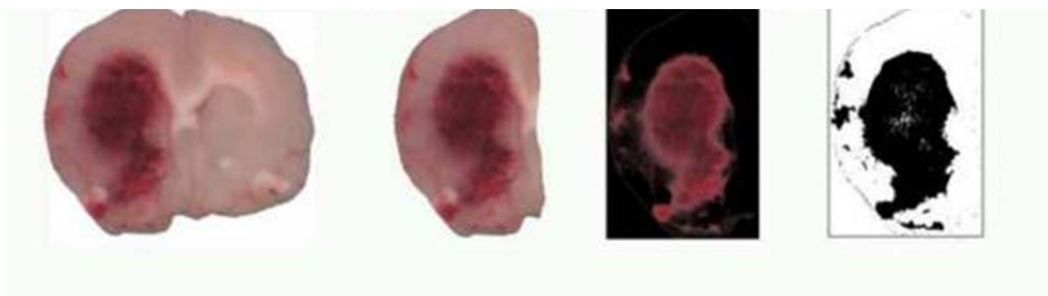
#### Clasificación etiológica del ictus hemorrágico

Entre las EVC el grupo de las hemorragias (Figura 4) supone en torno al 15%-20% (37), excluyendo las derivadas del traumatismo craneoencefálico por ello en adelante nos referiremos a éstos sangrados como hemorragias intracraneales espontáneas (no traumáticas). Se debe a la rotura de un vaso sanguíneo encefálico con extravasación de sangre fuera del lecho vascular (38). Puede producirse por diferentes mecanismos y puede clasificarse en función de su localización (2).

-*Hemorragia intracerebral* (HIC): Suele denominarse así a la hemorragia intraparenquimatosa cuya causa más frecuente es la hipertensión arterial (39). Los pacientes con HIC grave presentan con más frecuencia una depresión del nivel de conciencia y por lo tanto es muy importante la valoración inicial en el servicio de urgencias. Debe evaluarse la necesidad de intubación y la posibilidad de requerir tratamiento quirúrgico. La HIC es una emergencia médica mayor con una frecuencia elevada de deterioro neurológico precoz y de muerte que puede



beneficiarse de una monitorización exhaustiva en la fase aguda, es frecuente por aneurisma (19).



**Figura 4. Hemorragia cerebral.**

Fuente: *Digitally quantifying cerebral hemorrhage using Photoshop and Image J* (40)

La HIC se divide en 4 grupos:

*-Hemorragia o hematoma lobar:* Localización cortical de los diferentes lóbulos del encéfalo. De etiología por malformaciones vasculares, tumores, discrasias sanguíneas, iatrogenia por anticoagulantes como las causas más frecuentes. Las crisis convulsivas al inicio del cuadro se presentan con mayor frecuencia (unas tres veces más) que en otras localizaciones (41,42) y cuando el tamaño supera los 4 cm la evolución al coma y un pronóstico infausto son frecuentes (43).

*-Hemorragia o hematoma profundo:* Subcortical principalmente situado en ganglios basales y tálamo. Su principal factor de riesgo es la hipertensión arterial (1).

*-Hemorragia o hematoma troncoencefálico:* Suele ser de extrema gravedad excepto las lesiones puntiformes o de pequeño tamaño que ocasionarán un síndrome cruzado con afectación de un par craneal ipsilateral y de vía larga (sensitiva o motora) contralateral (1).

*-Hemorragia o hematoma cerebeloso:* La presentación clínica usual es la cefalea súbita, vértigo y ataxia. Existirán diversos hallazgos exploratorios según el volumen, la localización, la extensión o la compresión del tronco del encéfalo y la obstrucción del cuarto ventrículo (1).

*-Hemorragia ventricular:* Se considera secundaria si se debe a la irrupción de una hemorragia procedente del parénquima cerebral, casi siempre por hematomas

hipertensivos de los ganglios de la base o del tálamo. Es un tipo de hemorragia rara en los adultos, y suele deberse a la rotura de una pequeña malformación arteriovenosa (44) o a la hipertensión arterial (45).

*-Hemorragia subaracnoidea espontánea (HSA):* Es una hemorragia intracraneal, con sangrado en el espacio subaracnoideo. La rotura de aneurisma intracraneal es la causa más frecuente (80%) (46). Otras causas son: malformación arteriovenosa (3-7%), tumores, infección sistema nervioso central (SNC), drogas, idiopático en un 15-20% (47).

### **3.1.3 Epidemiología**

Las cifras de incidencia, prevalencia, mortalidad, discapacidad y gasto sanitario asociadas al ictus, han convertido esta patología en una de las prioridades de nuestro sistema sanitario y un problema de salud importante en el mundo occidental. Así se refleja en el desarrollo de la Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud, orientada a mejorar y homogeneizar la atención del ictus en nuestro país (13).

Se han evidenciado importantes diferencias en la incidencia, prevalencia y mortalidad de la enfermedad entre diferentes países del mundo, pudiéndose diferenciar entre países con altos, medio y bajos ingresos (48). Estas diferencias se han atribuido a la variabilidad en los factores de riesgo, con una mayor prevalencia de hipertensión y otros factores de riesgo vascular conducentes a ictus más graves en los países del este (49-51). También pueden ser atribuidas a que los países de altos ingresos con buenos servicios de salud y estrategias de prevención y atención de ictus son las explicaciones más probables para la mayor reducción, incidencia, mortalidad, proporciones de mortalidad e incidencia a los años de vida de discapacidad perdidos en el ictus; a la inversa se muestra para los países de bajos y de medios ingresos (48).

### ***Mortalidad***

Según la OMS, las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo (52). Se calcula que en 2008 murieron por esta causa 17,3 millones de personas, lo cual representa un 30% de todas las muertes

registradas en el mundo (52), 7,3 millones de esas muertes se debieron a la cardiopatía coronaria, y 6,2 millones a los ictus (53).

Las muertes por ECV afectan por igual a ambos sexos, y más del 80% se producen en países de ingresos bajos y medios (52). La reducción de la mortalidad en los países con altos ingresos (25%) ha sido mayor que en los países con medios y bajos ingresos (20%) (48). Se calcula que en 2030 morirán cerca de 23,3 millones de personas por ECV, sobre todo por cardiopatías e ictus y se prevé que sigan siendo la principal causa de muerte (52,54). El ictus hiperagudo <1 día es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en la mayoría de los países desarrollados (55).

En España las ECV son la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en hombres (56) (Tabla 1).

**Tabla 1:** Principales causas de defunción según sexo en el año 2012 (56)

Mujeres			Hombres		
<b>Total</b>	197.030	%	<b>Total</b>	205.920	%
Enfermedades cerebrovasculares	17.084	8.7	Tumor maligno de la tráquea, de los bronquios y del pulmón	17.683	8.6
<b>Insuficiencia cardíaca</b>	12.041	6,1	<b>Enfermedades cerebrovasculares</b>	12.436	6.0
<b>Trastornos mentales orgánicos, senil y presenil</b>	11.061	5.6	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (excepto asma)	12.384	6.0
<b>Enfermedad de Alzheimer</b>	9.185	4.7	Infarto agudo de miocardio	10.288	5.0
<b>Infarto agudo de miocardio</b>	7.356	3.7	Tumor maligno del colon	6.937	3.4

En Cataluña es la causa de muerte de más de 5.000 personas cada año en el mismo período (19). Pese a ello, es un trastorno más invalidante que mortal (57). En Cataluña el ictus ocasiona el 9,2% de la mortalidad global; el 7,5% en hombres y el 11,1% en mujeres.

Los factores pronóstico de supervivencia más importantes tras un ictus son: la edad, la preservación del estado de conciencia, la ausencia de patología vascular cerebral y la condición de salud previa y el tamaño de la lesión (58).

### ***Incidencia***

Debido al estilo de vida actual, esta patología aparece también en adultos cada vez más jóvenes, se ha observado un aumento significativo del 25% en la incidencia de ictus en personas de 20 a 64 años, principalmente atribuible a un 18% a un aumento significativo en los países de bajos y medios ingresos (48).

Según los datos preliminares crudos del estudio piloto Iberictus realizado en 2009 (59) la incidencia del ictus en España era de 155 por 100.000 habitantes en la población general. Según un estudio hecho por Fernández de Bobadilla la incidencia anual en España es de 220 casos nuevos por cada 100.000 habitantes (60). La incidencia en Cataluña varia según autores va de 137 a 206 por 100.000 Alzamora y Marrugat (16,61). Las tasas se multiplican por 10 en la población mayor de 75 años de edad (62).

La incidencia anual de los AIT ajustada a la edad es de 1.05/1000 en el hombre y de 0.69/1000 en la mujer. Esta incidencia aumenta con la edad y alcanza el 2.93/1000 en la población por encima de los 75 años (63).

### ***Prevalencia***

Se estima que la prevalencia en la población estandarizada europea que varían entre un 2-10%, aunque es variable en función de los diferentes países y entornos y está mayoritariamente relacionado con factores genéticos, ambientales y de riesgo cardiovascular. La prevalencia aumenta exponencialmente con la edad y en la mayoría de los países es mayor para los hombres que para las mujeres (64).

En Italia la prevalencia está alrededor del 1,5% y en el Reino Unido y los Estados Unidos del 3% (65). Según un estudio realizado por Fernández de Bobadilla se estima una prevalencia en España del 4,5 % sin añadir los AIT (60). Es importante destacar que los ictus en pacientes jóvenes (<45 años) constituyen el 4-13% de los ictus ingresados en los centros hospitalarios (64,66-70).

La media de edad del ictus en España varía según autores. Fernández de Bobadilla (71) da unas cifras de 72,5 con predominio en varones (58,2%) y Díaz-Guzmán (72) de  $75,7 \pm 13,4$  años con un predominio en mujeres (54%). Según EPICES (73) se incluyeron 6.197 pacientes entre Abril de 2008 y Enero de 2009 el 57,2% fueron hombres y la edad media fue de  $71,4 \pm 12,8$  años.

**Tabla 2:** Media de edad de los pacientes con ictus en 2010 según el nivel de ingresos de los países (48)

	Nivel alto de ingresos	Nivel bajo y medio de ingresos	Globalmente
<b>Incidencia</b>	74.5 (0.13)	69.4 (0.17)	71.0 (0.13)
<b>Prevalencia</b>	73.5 (0.14)	68.8 (0.16)	69.8 (0.11)
<b>Mortalidad</b>	80.4 (0.21)	72.1 (0.24)	72.9 (0.21)

Entre paréntesis datos de la desviación típica

### **3.1.4 Diagnóstico del ictus**

El *National Institute of Neurological Disorders and Stroke* americano establece cinco signos/síntomas sugestivos de la presencia de ictus (74):

- a. Pérdida de fuerza repentina en la cara, brazo o pierna, especialmente si es en un solo lado del cuerpo.
- b. Confusión repentina o problemas en el habla o la comprensión.
- c. Pérdida repentina de visión en uno o ambos ojos.
- d. Dificultad repentina para caminar, mareos, o pérdida del equilibrio o de la coordinación de los movimientos.
- e. Dolor de cabeza fuerte, repentino, sin causa conocida.

La *Australia's National Stroke Foundation* añade un sexto síntoma (75):

- f. Dificultad para tragar.

### **Perfil evolutivo del ictus (76,77)**

*-Ictus progresivo o en evolución:* Cuando las manifestaciones clínicas iniciales evolucionan hacia el empeoramiento.

-*Ictus con tendencia a la mejoría o con secuelas mínimas*: Cuando sigue un curso regresivo y a las tres semanas del inicio de los síntomas la recuperación de la focalidad neurológica es igual o superior al 80% del total.

-*Ictus estable*: Cuando el déficit neurológico inicial no se modifica. En los infartos referidos al territorio vascular carotídeo deben transcurrir un mínimo de 24 horas sin modificación del cuadro clínico para considerar que es estable mientras que en el caso de los vertebrobasilares se debe esperar como mínimo 72 horas.

### **3.1.5 Factores de riesgo vascular (FR)**

#### **3.1.5.1 FR Modificables (47,78)**

a. *Hipertensión arterial (HTA)*: La relación entre presión arterial e ictus ha sido demostrada en estudios epidemiológicos y en ensayos clínicos (79-83). Las modificaciones en los estilos de vida son útiles en la reducción de las cifras de presión arterial (84).

Se ha demostrado que la reducción de ictus es proporcional a la magnitud de reducción de la presión arterial (85,86). Es un FR independiente para la recurrencia del ictus (73), tras la fase aguda del ictus (primeros 4-7 días) es básico un control estricto de la presión arterial para la prevención de recurrencias (47).

b. *Diabetes Mellitus*: Estos pacientes presentan una mayor predisposición a desarrollar arteriosclerosis y una mayor prevalencia de HTA, obesidad y dislipidemia por lo que se considera un equivalente al riesgo de la enfermedad coronaria y se aplican medidas de prevención secundaria (87).

c. *Lípidos plasmáticos e hipolipemiantes*: Los niveles altos de colesterol aumentan el riesgo de ictus isquémico. La *Asian Pacific Cohort Studies Collaboration* halló que el riesgo de ictus isquémico aumentaba un 25% por cada 1mmol/L (38,7 mg/dL) de aumento de los niveles totales de colesterol (88) y *The US Womens Pooling Project* detectó un aumento del riesgo similar en mujeres entre 30 y 54 años (89). Parece que se acepta fundadamente que la administración de estatinas a los pacientes con antecedentes de AIT o ictus isquémico reduce el riesgo de

recurrencias (90) y representa una reducción del riesgo entre un 27% y un 32% (91).

d. *Tabaco*: Su consumo se asocia con un incremento en el riesgo de todos los subtipos de ictus, especialmente de ictus aterotrombótico (92,93).

e. *Alcohol*: Existe una firme evidencia de que su consumo excesivo es un FR para todos los tipos de ictus (94). Para consumos altos (>60 g/d) se observa un incremento en el riesgo de ictus total (95). Se recomienda reducir el consumo de alcohol hasta un máximo del equivalente a dos copas de vino al día (47).

f. *Dieta y actividad física*: Los hábitos dietéticos tienen una relación ampliamente demostrada con el riesgo cerebrovascular (96). La limitación en la ingesta de sal y grasas (97,98) junto con un consumo habitual de pescado (99), legumbres, fibra, frutas y vegetales (100) se asocia a una menor mortalidad vascular y a una reducción marcada en el riesgo de ECV. El sedentarismo se asocia a ECV (101) y se relaciona con otros FR (102,103). Los individuos físicamente activos tienen menor riesgo de cardiopatía isquémica e ictus (101,104).

g. *Estenosis carotídea asintomática*: Su prevalencia es de  $\geq 50\%$  y aumenta con la edad, siendo del 0,5% en menores de 50 años y  $>10\%$  en varones mayores de 80 años (105).

h. *Cardiopatías*: Son la segunda causa de ictus isquémico y además los pacientes con ictus de origen cardioembólico presentan mayor riesgo de muerte y de eventos vasculares a largo plazo que aquellos con ictus isquémico de origen arterial (no cardioembólico) (106).

i. *Fibrilación auricular*: Es la arritmia más frecuente con una prevalencia del 6% en mayores de 65 años que alcanza el 12% en los mayores de 85 años (107,108). Es uno de los principales FR de ictus (109) siendo culpable de aproximadamente la mitad de los ictus isquémicos de origen cardioembólico (110).

### **3.1.5.2 FR no modificables**

La prevención del ictus está orientada a la actuación sobre los FR vascular modificables. Por otro lado, los FR no modificables identifican aquellos sujetos con riesgo más elevado de padecer un ictus y que podrían beneficiarse de un seguimiento más estricto de aquellos factores modificables (78).

La edad es el principal FR no modificable para el ictus y duplica su incidencia aproximadamente cada 10 años a partir de los 55 años (111). El sexo masculino es también un FR para todas las entidades nosológicas, excepto la hemorragia subaracnoidea que es más frecuente en la mujer (112). Una persona con antecedentes familiares de ictus tiene un riesgo más elevado, debido probablemente, a la transmisión hereditaria de los FR clásicos, a una mayor susceptibilidad y a compartir determinados factores ambientales o de estilos de vida (113).

### **3.1.6 Complicaciones y secuelas del ictus**

Existe la posibilidad de que el ictus presente unas complicaciones generales como pueden ser:

*-Neumonía:* Se produce por broncoaspiración y se da en un 25% de los pacientes con ictus hemisféricos y en 60% de los que presentan ictus del tronco cerebral (114).

*-Trombosis venosa profunda:* Debido a la inmovilidad que implican los ictus severos. Se puede prevenir con anticoagulantes por vía subcutánea y fisioterapia precoz.

*-Infecciones urinarias:* Se presentan con una frecuencia directamente proporcional al número de días del sondaje vesical a una tasa aproximada de 5%-10% por día.

*-Úlceras por decúbito:* Se pueden prevenir con cambios posturales frecuentes y fisioterapia precoz.

El ictus puede afectar a diferentes áreas funcionales que limitan la funcionalidad y autonomía de quien lo ha padecido (115). Las lesiones del SNC son heterogéneas ya que dos personas que tengan afectadas las mismas zonas no



tendrán una afectación idéntica a causa de otros factores internos, como pueden ser enfermedades y experiencias propias. La AHA-SOC (*American Heart Association–Stroke Outcome Classification*), sistematiza los déficits neurológicos provocados por un ictus en seis áreas: motora, sensorial, visual, del lenguaje o comunicación, cognitiva o intelectual y emocional (116).

### **3.1.6.1 Área motora.**

Las deficiencias motoras son los más frecuentes después del ictus (117), se pueden manifestar con afectación de la cara, las extremidades, solos o en varias combinaciones. El AHA-SOC incluye en éste apartado la función de los nervios craneales, la fuerza y el tono muscular, los reflejos, el equilibrio y control postural, la marcha, la falta de coordinación en el movimiento y la apraxia y la pérdida de movimiento selectivo (118).

*-Debilidad muscular:* Se caracteriza normalmente en forma de hemiparesia y con mucha menor frecuencia en forma de monoparesia o tetraparesia. Además de las extremidades, suele estar disminuida sobre todo en la fase inicial del ictus, la fuerza y el tono en los músculos del tronco, especialmente en el lado afecto (119-128) lo que provoca asimetría del tronco y pelvis (129).

Tanaka (122) observó que el reclutamiento de los paravertebrales de los pacientes postictus no se producía de forma simétrica y Seo (130) que los abdominales especialmente, el transverso del abdomen, también se contraían de forma asimétrica y esta era más severa cuanto más tiempo pasaba desde el inicio del ictus. Dickstein (131) halló que los ajustes posturales del *latissimus dorsi*, oblicuo externo y el recto anterior del abdomen eran más lentos, los músculos eran reclutados más tarde y con menos fuerza que los del lado no afecto. Karatas (132) demostró que la velocidad de la flexión del tronco también era más lenta en los pacientes postictus que en los sujetos sanos.

La debilidad muscular provoca la activación muscular de patrones anormales que afectan sobre todo al lado parético y la falta de estabilidad del tronco produce movimientos compensatorios (133). Una pérdida del control selectivo del tronco podría llevar a limitaciones en la función de la mano, de la marcha, el equilibrio, la respiración y el habla (134-136).

Incluso cuando los músculos están en reposo habitualmente hay una cierta cantidad de tensión que se denomina *tono muscular*. Como las fibras normales del músculo esquelético no se contraen, sin que ningún potencial de acción estimule las fibras, el tono del músculo esquelético se debe totalmente a impulsos nerviosos de baja frecuencia que proceden de la médula espinal. Estos a su vez, están controlados en parte por señales que se transmiten desde el encéfalo a las motoneuronas adecuadas del asta anterior de la médula espinal y en parte por señales que se originan en los husos musculares (137).

En una primera fase del ictus se observa hipotonía o flacidez e hiporreflexia de las extremidades o zonas afectadas que en un tiempo variable habitualmente se transforma en espasticidad e hiperreflexia (117). Se define la hipotonía o flacidez como la disminución del tono muscular de forma generalizada o focal por debajo de lo normal (117).

La espasticidad es un aumento del tono muscular con un control sensorial desordenado como consecuencia de una lesión de la motoneurona superior y se presenta como la contracción involuntaria intermitente o sostenida de los músculos (138). Según Young (139) la espasticidad se define como un incremento del tono muscular dependiente de la velocidad, asociado a un reflejo miotático exagerado y la incapacidad para reducir los niveles de reposo de la actividad (140,141). Su patofisiología no se conoce con precisión pero es evidente que intervienen, entre otras estructuras, el tronco cerebral y la médula espinal (142) y se caracteriza por el fenómeno de la “navaja” al inicio del movimiento aparece la resistencia al mismo que decrece rápidamente (117).

La espasticidad en los pacientes con ictus se hace más evidente en reposo que en movimiento ya que no pueden reducir el tono muscular a niveles considerados normales y representa uno de los mayores impedimentos en estos pacientes (143). Debido a la reducción de la capacidad dinámica para modular la actividad de los reflejos en el rango normal se producen trastornos en el movimiento (140).

La espasticidad puede producir contracturas (144) debido a la reducción de la movilidad y un aumento de la resistencia al movimiento articular pasivo (144,145) también pueden ser debidas a los cambios estructurales en los tejidos blandos

(146). Se pueden prevenir con el uso de férulas y fisioterapia pasiva como el estiramiento dirigido a mantener el rango articular de las articulaciones del paciente (147).

Cuando se habla de *tono postural* se refiere a la actividad de los músculos antigravitatorios para contrarrestar la fuerza de la gravedad y es un contribuyente principal en el mantenimiento de la postura vertical (148). En los pacientes postictus estos músculos suelen estar espásticos (117).

Debido a la afectación de los nervios craneales los supervivientes a un ictus también pueden presentar:

-*Disartria*: Es una alteración de la articulación del habla y que puede llegar a hacerla ininteligible (149).

-*Disfagia*: Es la dificultad en la deglución que va desde la boca al estómago. Se considera que un 45% de los pacientes ingresados en el hospital por ictus agudo presentan disfagia (19).

### **3.1.6.2. Área sensorial**

Los déficits sensoriales van desde la pérdida de sensaciones primarias hasta las más complejas pérdidas de la percepción. Los pacientes pueden describir entumecimiento, hormigueo, o alteración de la sensibilidad, se estima que un 80% de los pacientes presentan síntomas sensoriales (150), del sentido del tacto, de la posición, y suelen presentarse en el hemicuerpo y/o hemicara contralateral (2). La zona del tronco y pelvis también se encuentra afectada (129,151,152) y los impulsos que se envían al cerebro son incorrectos y en algunos casos inexistentes (153).

Las alteraciones sensoriales pueden variar desde una pérdida sensorial mínima a verdaderas lesiones complejas. Habrá que evaluar diferentes modalidades sensoriales como: dolor, temperatura, tacto, propiocepción, kinestesia (sentido del movimiento), palestesia (sentido de la vibración), estereognosia (capacidad de reconocer los objetos por su forma y solidez, sin verlo) y grafestesia (capacidad de reconocer, con los ojos cerrados, un número que el examinador escribe con un objeto de punta roma en la palma de la mano u otra parte del cuerpo) (117). El

roce ligero, la punción con un alfiler y la temperatura son habitualmente reconocibles, aunque el elemento cualitativo parece apreciarse sólo groseramente.

El dolor central postictus puede ser el resultado de lesiones subtalámicas y en la mayoría de los casos aparece tras un intervalo de tiempo (entre uno y seis meses) desde el inicio del ictus (154). Su incidencia varía entre un 8% y un 11%, dependiendo en parte de la localización de la lesión (sólo talámica o cualquier otro tipo de lesión cerebral) (155).

### ***Alteraciones del control postural y equilibrio***

Dichas alteraciones en parte, son una consecuencia de las disfunciones producidas en el sistema motor, sensorial y las variaciones en la integración del control motor (156-160). El deterioro presentado en la musculatura del tronco, tanto su debilidad como alteración propioceptiva se encuentra fuertemente correlacionado con el equilibrio y control postural (124,161-163), sobre todo en privación de la vista (128) y cuando el sistema sensorial es estresado. Aproximadamente un 80% de los individuos que han sufrido un ictus por primera vez presentan una discapacidad del control postural y equilibrio en la fase aguda o subaguda del ictus (164). Una consecuencia importante de la pérdida inicial de la estabilidad dinámica es el desarrollo de mecanismos de compensación. El término *compensación* se utiliza cuando los modelos nuevos de movimientos que se incorporan al sistema motor resultan de la adaptación de los elementos motores restantes o de la sustitución de los diferentes músculos, articulaciones o segmentos del cuerpo (133).

Los pacientes con alteración del control postural y coordinación también presentan dificultades en la marcha (117,165,166) esta es asimétrica cuando se cuantifica la colocación del pie en respecto a la pelvis en el plano anteroposterior y mediolateral (167), existe un movimiento asimétrico del tronco (168) y de la cintura pélvica y escapular (169). La asimetría del tronco y el movimiento de la pelvis tienen influencia sobre la relación entre el centro de masas (CM) del pie y el CM de la pelvis durante la marcha de estos pacientes (170).

En la gran mayoría de pacientes resulta difícil desplazar su peso hacia el lado parético durante la ejecución de tareas y utilizan una variedad de estrategias o compensaciones, tales como alcanzar con un movimiento lateral de la columna vertebral, rotación de las piernas (171), o un movimiento de agarre de las extremidades (172). Esto podría estar avalado por los hallazgos de Tsuji (126) donde observó que estos pacientes presentaban disimetrías en los músculos paravertebrales. La sección transversal de los músculos en el lado no afecto era más grande, la disimetría fue mayor en los pacientes con mayor grado de discapacidad.

En los pacientes que han sufrido un ictus el contacto de la punta de los dedos del pie en vez del talón puede modificar los ajustes del control postural (173,174), y causa una reacción de extensión del pie hacia la superficie de soporte de forma automática esto aumenta el tono postural en los músculos extensores.

Como consecuencia de las alteraciones del equilibrio y control postural estos pacientes presentan un alto riesgo de sufrir una caída (2,160,175,176). La OMS define la caída como la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipita al sujeto en contra de su voluntad. Las caídas en estos pacientes son un problema de salud considerable y puede aumentar la minusvalía, la discapacidad e incluso la mortalidad (177-179). Estos eventos acontecen durante la bipedestación pero también en relación con los cambios de posición y durante la deambulación y son la principal complicación médica después de un ictus (180-182) y suelen darse tanto en el hospital como en el domicilio (183,184).

Causa preocupación la alta proporción de pacientes que sufren una caída hacia el lado parético debido a las dificultades en la habilidad para llevar el peso del cuerpo hacia el lado no afecto, un 50-70% de los pacientes que vuelven a su domicilio desde el hospital presentan caídas (185,186). Deambular y girar puede representar un mecanismo biomecánico de un mayor riesgo de caídas para los sobrevivientes a un ictus (187) que presentan un mayor riesgo de fracturas de cadera y después tienen miedo a caerse lo que puede conducir a una disminución de la actividad física, a la privación social y eventualmente a la pérdida de independencia (188).

En los pacientes con ictus también podemos encontrar asociadas las siguientes alteraciones (117):

- **Ataxia:** Incoordinación para movimientos musculares voluntarios en ausencia de pérdida motora o sensorial. Se produce en lesiones cerebelosas, típicamente de la arteria cerebelosa postero-inferior.
- **Apraxia:** Discapacidad para llevar a cabo movimientos determinados. Es una alteración de las habilidades motoras aprendidas. Hay diferentes modalidades:

*Motora:* Alteraciones en la ejecución del movimiento, más allá del simple déficit motor, debidas a lesiones en el lóbulo frontal.

*Ideatoria:* Alteraciones en la planificación del acto motor. Los pacientes son capaces de realizar actos motores sencillos, pero no actos complejos. Se debe a lesiones en la mitad posterior del hemisferio dominante.

### **3.1.6.3 Área del lenguaje o comunicación**

Los pacientes pueden presentar *afasia* que es una alteración adquirida del lenguaje oral (de expresión y/o de comprensión) o escrito (lectura y/o escritura) afecta la fluidez, generalmente se mantienen las funciones cognitivas relativamente intactas (189) y son casi exclusivas del hemisferio izquierdo.

### **3.1.6.4 Área visual.**

Algunos pacientes pueden presentar hemianopsia homónima que es la pérdida total de visión en la mitad del campo visual contralateral a la lesión (2) también pueden presentar diplopía.

### **3.1.6.5 Área cognitiva o intelectual**

Los pacientes con ictus pueden presentar deterioros cognitivos los comúnmente implicados son la memoria (diferentes aspectos), la atención y la orientación (190). De manera global se considera que hasta dos tercios de los pacientes pueden presentar deterioro cognitivo y un tercio puede desarrollar demencia (191). La atención es un requisito esencial para realizar muchas de las tareas cognitivas y motoras. La *atención* es definida como la capacidad para procesar la

información de un individuo. Pueden estar afectados diferentes tipos de atención: la sostenida, la selectiva o dividida (capacidad para atender y responder a dos actividades simultáneas).

La heminegligencia e inatención espacial es característica del ictus hemisférico derecho que puede alterar la capacidad del paciente de dirigir la atención al espacio que le rodea y a su propio cuerpo y limita la capacidad de responder y orientarse a los estímulos que provienen del lado contralateral a la lesión.

### **3.1.6.6 Área emocional**

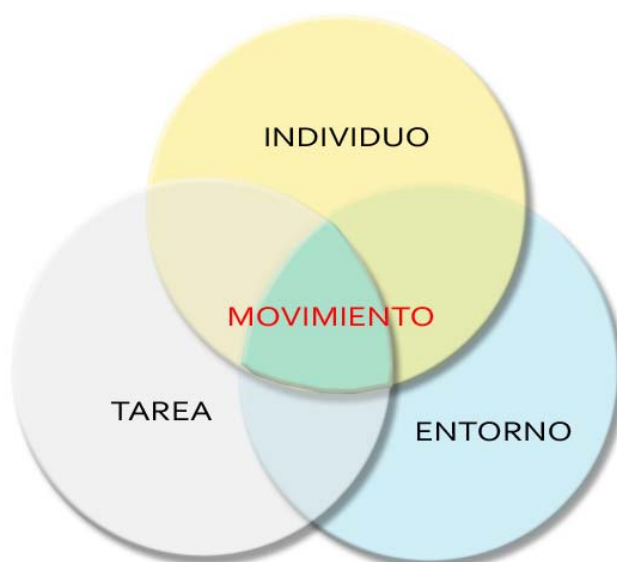
La depresión es el trastorno afectivo más frecuente tras un ictus. La prevalencia de depresión en la fase crónica del ictus se ha estimado entre un 18% y un 54% de los pacientes (192) y puede interferir con la recuperación y afectar negativamente a los resultados funcionales y sociales (193). A pesar de esto en la mayoría de los casos se omite el diagnóstico lo que repercute negativamente en el paciente y en el progreso de su rehabilitación ya que la colaboración por su parte es escasa.

### 3.2- CONTROL POSTURAL Y EQUILIBRIO

El control postural es un aspecto esencial en todos los movimientos humanos. No existe una definición universal de éste término o un claro consenso acerca de los mecanismos que subyacen en las funciones posturales y de equilibrio aunque los clínicos entienden la importancia del control postural para actividades como la sedestación, bipedestación, marcha y habilidades para la manipulación. El control postural se desarrolla desde el nacimiento hasta poco después de la adolescencia (194) es algo que no se ve solo se puede observar las reacciones del cuerpo como, por ejemplo cuando el individuo se sostiene sobre una sola pierna.

El control postural se considera una habilidad motora compleja derivada de la interacción de múltiples procesos sensoriomotores (percepción) (195) para analizar la posición, movimiento y acción del cuerpo en el espacio (generación de fuerzas para adecuar las distintas partes del cuerpo) por lo que es necesaria la integración del sistema nervioso y el musculoesquelético.

El control postural y el movimiento emergen de la interacción entre el individuo, la tarea y el entorno basado en la Teoría de Sistemas (196). Así, es un proceso dinámico, no estático (Figura 5).



**Figura 5.** Las acciones posturales y el movimiento emergen de la interacción entre el individuo, la tarea y el entorno. Fuente: Adaptado del libro *Motor Control*. Shumway-Cook and Woollacott (197).



El control postural controla la posición del cuerpo en el espacio con dos propósitos, el de orientación postural y el de estabilidad postural o equilibrio (195,197).

### **3.2.1 Orientación postural**

Es la habilidad de mantener una correcta relación y alineación biomecánica entre los propios segmentos del cuerpo y entre estos y el entorno en el momento de realizar una tarea (195). También puede referirse al mantenimiento de la posición de una parte del cuerpo con respecto a un marco de referencia externo al entorno o un objeto externo que se mueve en él o del cuerpo en sí mismo (148). Requiere el establecimiento de una orientación vertical para contrarrestar la fuerza de la gravedad. Crea un marco de referencia para la percepción y acción al exterior.

En éste proceso se utilizan múltiples referencias sensoriales que deben de ser interpretadas por el SNC. Para ello, es necesario el control activo de la alineación del cuerpo y el tono con respecto a la gravedad (sistema vestibular), la superficie de apoyo (sistema somatosensorial), entorno visual (sistema visual) y referencias internas (197). El término *postura* es a menudo utilizado para describir, alineación biomecánica del cuerpo y también como la orientación del cuerpo en el espacio. En este trabajo se va a utilizar el término *orientación postural* para incluir los dos conceptos.

Las tareas que requieren movimientos complejos necesitan la participación de secuencias de movimientos controlados del centro de masas (CM) dentro y fuera de los límites de estabilidad. Para muchas de las tareas funcionales el individuo mantiene una orientación vertical del cuerpo (197).

La acción de estar sentado sobre un banco y leer un libro requiere la orientación postural de mantener estable la cabeza y la mirada fija en el material que se está leyendo. Los brazos y las manos mantienen una apropiada orientación que permiten mantener el libro en una adecuada alineación para la lectura. Los requerimientos de estabilidad en esta tarea son mínimos ya que el banco es una base de sustentación (BS) bastante amplia. El principal requisito del control postural en éste contexto es el de controlar la masa de la cabeza en alineación con el tronco.

### 3.2.1.1 Representación interna

Aunque los mecanismos exactos de control postural son desconocidos las investigaciones en el modelado conceptual sugieren que existe una representación interna de los movimientos del cuerpo y que la propiocepción es el elemento esencial de esta representación (198-201). Este concepto frecuentemente es denominado *esquema corporal* el cual incorpora la cinética de la geometría del cuerpo. Se define como un modelo postural que se tiene de uno mismo el cual tiene que ver en cómo se percibe la posición y tiene que ver con la forma en que uno percibe la posición y la relación de las partes de su cuerpo. Se cree que es la base para todos los movimientos ya que el ser humano necesita sentir las partes de su cuerpo y su relación entre ellas con el fin de saber qué, dónde y cómo se mueve (202).

Massion (200) describe un esquema corporal del cuerpo que proporciona una representación interna de la geometría del cuerpo incluyendo las condiciones de apoyo y orientación del cuerpo con respecto a la verticalidad. Esta representación interna de los límites de estabilidad el individuo lo utiliza para determinar como moverse y mantener el equilibrio y tiene una forma de cono ([Figura 6](#)). Es importante para el SNC tener una representación central precisa de los límites de estabilidad del cuerpo (195). La calidad y el tamaño de la base de apoyo (BA) también influirán en el equilibrio (195).



**Figura 6. Límites de estabilidad, anormal y normal.**

**A.** sujeto sano apoyando su CM del cuerpo hacia los límites de estabilidad, representados como el área de un cono. **B.** mujer con múltiples déficits sensoriales intenta inclinarse hacia adelante sin mover su CM del cuerpo hacia adelante **C.** mujer con déficits multisensoriales intenta inclinarse hacia atrás pero inmediatamente da un paso para aumentar su BA. La proyección del CM del cuerpo sobre la base del soporte de pie se indica esquemáticamente con una flecha blanca. Fuente Horak (195).

La naturaleza plástica del esquema corporal se hace evidente por su capacidad para aprender nuevas habilidades, enriquecer y reorganizarse para mantener el control postural (203). Los pacientes postictus pueden presentar alteraciones en la percepción de su esquema corporal (204).

### **3.2.2 Estabilidad postural o equilibrio**

Es la capacidad o habilidad para controlar y mantener la proyección vertical del CM dentro de los límites de la BS (205,206) para ello es necesario la coordinación de estrategias sensoriales y motoras tanto en el movimiento autoiniciado (ajustes posturales anticipatorios) como en las perturbaciones externas (control postural reactivo) que puede sufrir el individuo (195).

El SNC controla el CM utilizando la información de varios receptores sensoriales (207) e integra entradas aferentes de diferentes orígenes para supervisar y actualizar el estado actual del CM y lo compara con una representación interna correspondiente a estos límites de estabilidad. Si el SNC controla el CM debe ser porque es capaz de estimar la posición de la información utilizando el CM de los diferentes receptores sensoriales (207). Las respuestas posturales se organizan con respecto a una tarea específica y de una forma más flexible que como unas

respuestas pre-programadas relativamente fijas, la variable clave controlada por el SNC durante el control postural es el CM (207).

Los límites de la BS no son fijos pueden ser modificados de acuerdo a las tareas que se realizan los movimientos, la biomecánica de cada individuo, estados emocionales y aspectos relacionados con el entorno (205). El tamaño de la BS también tendrá un impacto en la posibilidad de controlar la postura en bipedestación es decir es mucho más inestable que la sedestación. El control postural evita la caída mediante continuos ajustes de la postura en bipedestación y minimiza las influencias desestabilizantes como la gravedad u otros vectores de fuerza (208). Alteraciones en el rango de movimiento, tono muscular, fuerza y el control motor pueden influir en el control postural.

Para la realización de tareas se requiere de la interacción entre estabilidad y movilidad. La estabilidad de cualquier sistema es la posibilidad de limitar el desplazamiento y mantener la integridad estructural (209). El equilibrio en *stricto sensu* se conserva cuando el centro de presiones (CP) permanece dentro de la BS, en condiciones estáticas esto corresponde a la proyección del centro de gravedad (CG) (148). Pai (210) sugirió que para la comprensión de la estabilidad se debe considerar la posición y la velocidad del CM en un momento determinado.

Debido a que la postura humana erecta es inherentemente inestable un objetivo primordial del SNC es prevenir las caídas y lo logra mediante la prevención de la pérdida involuntaria del equilibrio. Esta se produce cuando el estado de movimiento es decir posición y velocidad instantánea del CM con respecto a la BS exceden ciertos límites de estabilidad (211,212). Si en algún momento el CG cae fuera de los límites de estabilidad la caída es inevitable a menos que se realice una maniobra rápida de corrección de la postura.

El ser humano no está nunca en un perfecto equilibrio mecánico debido a que no posee un cuerpo estático o sólido rígido sino que está continuamente buscando su equilibrio y al hacerlo manifiesta esa propiedad de los cuerpos que tienden a volver a su posición de equilibrio cuando se les aparta de ella (213). Además los

límites de estabilidad son afectados por otros factores como el miedo a caer y la percepción de seguridad (210).

### **3.2.3 Componentes que intervienen en el Control Postural**

#### **3.2.3.1 Procesamiento cognitivo**

Es muy importante entender que el término cognitivo no necesariamente significa control consciente. Un nivel alto de procesamiento es esencial para la asignación de la sensación de la acción y garantizar los aspectos de la anticipación y adaptación del control postural (197).

El hecho de que el control postural tiene un componente de ejecución fundamentalmente reflejo puede hacer pensar que un déficit en la actividad cognitiva no tendría mayor impacto sobre la postura. Sin embargo, en la vida diaria se requiere del equilibrio y la capacidad de caminar mientras se realizan diversas tareas. Es lo que se denomina como la *dobles tarea* que se define como la acción simultánea de tener que resolver el control de la postura o de la marcha y una actividad cognitiva puede generar errores en la ejecución motora (de la postura y marcha) y consecuentemente exponer al sujeto a una caída. Esta alteración se ha evaluado exponiendo al paciente a ejercicios de memoria verbal y observando que en la población con ictus se produce un incremento de la oscilación del eje corporal *postural sway* significativo y por lo tanto el incremento de su inestabilidad (214).

Muchos de los recursos cognitivos son necesarios para mantener un buen control postural (215) cuanto más difícil sea la tarea postural más procesamiento cognitivo se requiere. Existen diferentes requerimientos atencionales para el control postural y estos requerimientos varían dependiendo de la tarea, de la edad y de las habilidades individuales para el equilibrio (216).

#### **3.2.3.2 Modalidades sensoriales e integración**

El SNC procesa e integra toda la información suministrada por el sistema somatosensorial, vestibular y visual (217,218) y elabora una respuesta motora teniendo en cuenta diferentes perturbaciones (195) con el objetivo de mantener el

control postural y la visión estable así como una correcta posición de la cabeza y el cuerpo en el espacio (219).

### 3.2.3.2.1 Sistema vestibular

Es un órgano que se encuentra ubicado en el oído interno y sus funciones principales son: mantener el equilibrio corporal tras los cambios de posición de la cabeza en el espacio, orientar la cabeza y estabilizar la mirada.

El sistema vestibular está compuesto principalmente por los sacos vestibulares, el utrículo y el sáculo y por los canales semicirculares. En cuanto a los sacos vestibulares se encuentran los receptores, los otolitos, sensibles a la posición de la cabeza y su aceleración lineal son los encargados de informar al cerebro sobre la orientación de la cabeza mientras que los canales semicirculares informan de la rotación de ésta y son sensibles a la aceleración angular.

Éste sistema informa al SNC acerca de la posición y movimiento de la cabeza mediante la gravedad y fuerzas de inercia proporcionando un marco de referencia *gravito-inercial* para el control postural. Los estímulos visuales solos no pueden proporcionar al SNC de como verdaderamente se encuentra moviéndose el cuerpo. El SNC no puede distinguir entre un simple movimiento de la cabeza con un tronco estable y una flexión de la cabeza junto con el tronco utilizando sólo estímulos visuales (220).

La percepción de movimiento por estimulación vestibular en el hombre se produce con aceleraciones tan bajas como  $0,1^\circ/s^2$  (una silla que gira sobre su eje con ésta aceleración constante tardaría unos 90s. en dar una vuelta completa). Clásicamente dentro del sistema vestibular se diferencia una parte periférica compuesta por los receptores periféricos y las vías aferentes y eferentes primarias y otra central formada por los núcleos vestibulares centrales y sus conexiones secundarias con el córtex vestibular y otras regiones encefálicas.

En particular, los órganos otolíticos de las máculas detectan la aceleración lineal y el vector de la gravedad lo que contribuye a identificar lo que está vertical con respecto a la tierra. La mácula del utrículo está dispuesta con una inclinación aproximada de  $30^\circ$  sobre el plano horizontal y tiene en su superficie zonas con

diferente orientación a las que corresponde la activación de diferentes músculos extra-oculares (221). Esto permite que ante una aceleración lineal o reorientación de la cabeza se efectúen movimientos oculares compensatorios congruentes con el plano en el que se hizo la reorientación de la cabeza (222,223). La inclinación de la cabeza produce un estímulo asimétrico de los órganos otolíticos, derecho e izquierdo, con una contrarrotación ocular compensatoria y desviación contralateral de lo que se percibe como vertical.

Diferentes autores como Horak y Dietzet (224) indican que la contribución del sistema vestibular al control postural es más pequeña que la atribuida por los estímulos somatosensoriales.

### **3.2.3.2 Sistema visual**

La información visual da la relación de las diferentes partes del cuerpo entre sí y con el medio ambiente que las rodea y contribuye al mantenimiento del equilibrio en una posición dada. Es captada por los ojos y remitida hasta la corteza cerebral, para que el cerebro tenga conocimiento de ella. Estímulos visuales informan de la posición y movimiento de la cabeza con los objetos que hay alrededor. Este sistema incluye la información visual periférica y central. Paillard en 1987 postuló que es más importante la información visual periférica para el mantenimiento de la postura que la central. El ser humano es capaz de identificar visualmente lo que está vertical con una precisión de  $\pm 2^\circ$  de arco en la oscuridad (225).

La visión contribuye a mejorar el control postural asegurado, en primer lugar, por las aferencias propioceptivas y vestibulares. Su papel se vuelve fundamental cuando existe una disminución de las aferencias de otros orígenes (signo de Romberg) y en el control del programa motor durante la marcha para adaptarlo a las condiciones externas (226).

### **3.2.3.2.3 El sistema somatosensorial**

Es un subcomponente del amplio sistema del control motor del cuerpo y es extremadamente complejo. También es llamado sistema sensoriomotor el cual ha sido simplificado frecuentemente con el término *propiocepción*.

El sistema somatosensorial permite percibir estímulos mecánicos, físicos y químicos. Abarca toda la superficie de la piel, los músculos y los tendones que contienen los receptores somatosensoriales que son los mecanorreceptores (propiocepción), termorreceptores (tacto y temperatura) y nociceptores, su actividad varía según el tipo de estimulación y el campo receptivo (137). Los receptores que detectan la sensación de posición, movimiento y tensión son los habitualmente denominados *propioceptores* y por lo tanto es importante no confundir el término somatosensorial con el de propiocepción, ya que este último es un subcomponente del primero (227).

### ***Sistema propioceptivo***

Charles Scott Sherrington (228) definió por primera vez la propiocepción como la sensación de posición y movimiento de las extremidades. Este neurólogo se refería al sistema propioceptivo como la información aferente que llega desde los propioceptores localizados en las articulaciones, tendones y músculos y que contribuye a la conciencia de las sensaciones musculares de la postura segmentaria (estabilidad articular) y de la postura global (control postural) (217). La definición de propiocepción ha creado y aún crea mucha controversia en la comunidad científica ya que se ha utilizado incorrectamente como sinónimo de kinestesia, somatosensación, equilibrio, coordinación y sentido de la posición articular (217,229).

Actualmente se define *propiocepción* como la capacidad de una articulación para determinar su posición en el espacio, detectar su movimiento (kinestesia) y la sensación de resistencia que actúa sobre ella (229). Esta capacidad es adquirida por el estímulo de los mecanorreceptores periféricos que convierten este estímulo mecánico en una señal neural. La neurona sensorial (aferente) es la que conduce la información desde la periferia al SNC (230).

La *propiocepción* también es definida como la vía aferente del sistema somatosensorial y no incluye ni el procesamiento de la señal sensorial por parte del SNC ni la actividad resultante de las vías eferentes que darán lugar a la respuesta motora (217) se refiere únicamente al proceso de detección periférica de los mecanorreceptores. La información captada es transmitida a través de los



cordones posteriores de la médula espinal pasa a través del lemnisco medial y finalmente llega a la corteza cerebral donde se hace consciente (231).

Se ha hipotetizado que durante el desarrollo motor el ser humano aprende a asociar el esfuerzo con la sensación del movimiento. Eventualmente la sensación de esfuerzo empieza por una señal propioceptiva por sí misma (232). Como se ha mencionado anteriormente los pacientes postictus presentan la propiocepción del tronco y pelvis alterada y ello provoca disfunciones en el equilibrio en sedestación (233).

Existen diferentes receptores sensoriales en el Sistema Somatosensorial los cuales se enumeran a continuación:

### ***Mecanorreceptores***

Cuando estos receptores son estimulados con una intensidad suficiente generan impulsos aferentes que se propagan hasta el SNC e informan del sentido de la posición respecto a la orientación de los segmentos corporales y a la superficie de apoyo (234,235). Estas señales aferentes son mediadas a tres niveles del SNC: la médula espinal, el tronco y la corteza cerebral. El SNC procesará estas señales aferentes y generará respuestas motoras (eferentes) que modularán la actividad muscular (236).

Generalmente se clasifican en tres grupos de receptores los cuales actúan sobre la propiocepción del aparato locomotor (237):

a- Receptores musculares y tendinosos: Ayudan en el mantenimiento del equilibrio (238) y la detección de la posición del cuerpo en el espacio (239,240).

-*Los husos neuromusculares:* Son grupos especializados de fibras musculares (fibras intrafusales) que se entremezclan paralelamente con las fibras esqueléticas habituales (fibras extrafusales); presentan dos tipos de fibras aferentes, una de ellas de conducción rápida (fibras tipo Ia) y otra de conducción lenta (fibras tipo II) (241) las cuales responden a cambios de tensión en la zona media de la fibra intrafusar informando sobre los cambios de longitud en el músculo y de la velocidad de estiramiento (242,243). La inervación motriz del

huso se realiza a partir de dos tipos de motoneuronas, gamma y beta (244) que inervan al mismo tiempo las fibras extrafusales y las fibras intrafusales.

La estructura básica de los husos neuromusculares consiste en un eje axial de fibras musculares intrafusales inervadas por fibras sensitivas y motoras es por ello que el SNC puede regular la sensibilidad del receptor. El huso se ha comparado con un servomecanismo de regulación de la longitud donde la activación de las fibras musculares intrafusales fija la longitud de referencia. La actividad de las fibras aferentes intrafusales señala la separación entre la longitud de referencia y la del músculo y a través del reflejo miotático corrige la longitud excesiva del músculo aumentando su fuerza de contracción para que sea adecuada. De este modo el SNC cuenta con un ciclo de retroalimentación o *feedback* sobre los resultados de la activación motora que permite ajustar las características de la contracción muscular (245).

Los cambios agudos producidos en la longitud del músculo-tendón, la rigidez, la fuerza de potencia de salida y la activación muscular podrían alterar la habilidad para detectar la sensibilidad (propiocepción aferente) y la respuesta (activación muscular eferente) a los cambios inmediatos del entorno (246). La espasticidad es un aumento anómalo de éste reflejo miotático en los pacientes postictus (247).

*-Órganos tendinosos de Golgi:* Son propioceptores situados en la unión entre el músculo y el tendón y están formados por una fina cápsula de fibras de colágeno que contiene las terminaciones de fibras tipo Ib activadas ante los cambios de tensión del tendón y que informan sobre la fuerza muscular desarrollada (248). Se activan por la contracción de las fibras musculares hasta tal punto que un receptor puede señalar la contracción de una única unidad motriz (248).

*b- Receptores articulares y ligamentosos:* Se localizan en el interior y alrededor de las cápsulas y ligamentos articulares de las articulaciones sinoviales y responden a la presión, a la aceleración de desaceleración de movimiento articular así como a los cambios de tensión en los ligamentos articulares. Son las terminaciones de Ruffini, corpúsculos de Pacini, receptores de Golgi y terminaciones nerviosas libres (217,237). Su distribución es muy amplia y han sido localizadas en la

cápsula fibrosa, el tejido adiposo, ligamentos, meniscos y el periostio (249) mientras que su presencia a nivel de la sinovial es controvertida (250).

-*Terminaciones de Ruffini y Ruffini-like* (251): Se encuentran distribuidos por el tejido conectivo de todo el cuerpo y se estimulan por estiramiento. En el caso de las articulaciones (252) se comportan como receptores estáticos y dinámicos en función de su bajo umbral y lenta adaptación (253).

-*Los corpúsculos de Pacini* con un umbral bajo y de adaptación rápida son clasificados, exclusivamente como receptores dinámicos (254). Están distribuidos por el tejido conectivo de todo el organismo que se estimulan por desplazamientos mecánicos transitorios y vibraciones.

-*Terminaciones nerviosas libres y no capsuladas*: Este tipo de terminaciones son las más frecuentes en las articulaciones y en general funcionan como nociceptores. Sin embargo, no puede descartarse un papel propioceptor para algunas ya que pueden comportarse como mecanorreceptores de alto umbral (255).

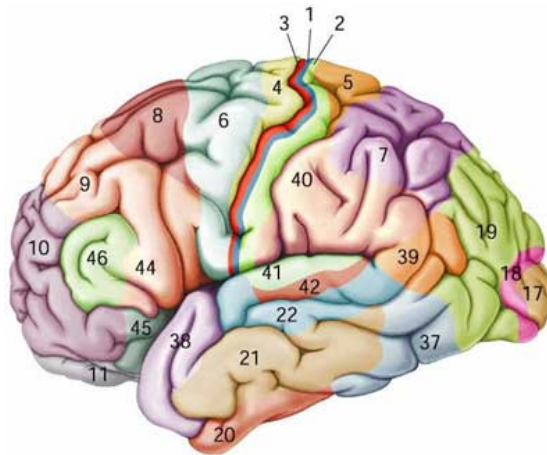
c- Receptores cutáneos: Algunos autores sugieren que estos receptores pueden informar sobre la posición y cinestesia (sensación de movimiento) de la articulación cuando la piel es estirada (256,257). Estos receptores poseen una capacidad para transmitir movimiento de las articulaciones a través de patrones de deformación de la piel (258,259). La contribución de estos receptores sobre la posición de la articulación es sustancialmente inferior a la de los receptores musculares (236,259).

### ***Integración de los estímulos sensoriales***

La corteza cerebral humana se divide en unas 50 zonas distintas llamadas áreas de Brodmann (Figura 7) según su diferente estructura histológica. Las señales sensoriales pertenecientes a cualquier modalidad de sensación terminan en la corteza cerebral inmediatamente por detrás de la cisura central. La mitad anterior del lóbulo parietal se ocupa casi por completo de la recepción e interpretación de las señales somatosensoriales pero la mitad posterior aporta unos niveles aún

más altos de interpretación. Las señales visuales acaban en el lóbulo occipital y las señales auditivas terminan en el lóbulo temporal (137).

Las neuronas sensoriales y primarias del tronco y las extremidades están agrupadas en los ganglios de las raíces dorsales y la información somatosensorial se transmite a la médula espinal. Los axones centrales de las neuronas ganglionares de la raíz dorsal están dispuestos para crear un mapa de la superficie corporal. Cada submodalidad somática se procesa en un subsistema diferenciado desde la periferia hasta el encéfalo. El tálamo es un eslabón esencial entre los receptores sensitivos y la corteza cerebral en todas las modalidades excepto el olfato. El procesamiento de la información sensorial culmina en la corteza cerebral (137).



**Figura 7 Áreas de Brodman.**

Áreas estructuralmente distintas de la corteza cerebral humana, llamadas áreas de Brodmann. Las áreas 1, 2 y 3 constituyen el área somatosensorial primaria, el área 4 es la motora, la 5 y 7 constituyen el área de asociación somatosensitiva y la 6 el área premotora. Fuente Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Médica (137).

Una vez los estímulos somatosensoriales llegan a las áreas sensoriales pasan a las áreas asociativas las cuales integran la información sensorial junto a las experiencias pasadas y se elaboran los movimientos voluntarios en el área motora.

Todas las regiones sensoriales y motoras primarias del cerebro relacionadas desde un punto de vista funcional se encuentran conectadas por fibras de asociación y comisurales. Las áreas de asociación cortical están directamente

conectadas entre sí mientras que las áreas corticales primarias se hallan conectadas indirectamente a través de las áreas de asociación. Las áreas homólogas de ambos hemisferios se conectan a través de fibras interhemisféricas. Esta interconectividad cerebral permite una interacción constante dentro de cada hemisferio y entre ambos hemisferios y adecuar las respuestas de forma global y dinámica (260). En los pacientes supervivientes a un ictus esta interconectividad se verá afectada debido a la lesión que se produce en uno de los hemisferios.

La capacidad para analizar y sintetizar múltiples fuentes de información y generar respuestas diferentes ilustra la organización centralizada y la función del cerebro. Existe una jerarquía en la organización neuroaxial de forma que los segmentos inferiores llevan a cabo funciones específicas sometidas al control y modulación de estamentos superiores de modo que la complejidad del procesamiento de la información aumenta progresivamente a medida que el nivel llega a ser más cefálico. La información aferente puede ser procesada e integrada en tres niveles de control motor: médula espinal (respuestas muy rápidas y/o reflejas), tronco cerebral (respuestas intermedias y/o automáticas) y corteza cerebral (más lentas, más elaboradas y son voluntarias).

Desde la periferia pueden provocarse con determinados estímulos respuestas en niveles superiores que fuercen la organización o la adquisición de determinadas funciones (260).

### ***Vías aferentes del sistema somatosensorial***

Los axones aferentes transmiten información al cerebro a través de las vías neurales somatosensoriales que se encuentran en la sustancia blanca de la médula espinal. Estos axones están agrupados en dos haces distintos según su función: un haz transmite la actividad de los receptores implicados en el tacto y la propiocepción y el otro la de aquellos implicados en las sensaciones de dolor y temperatura (Figura 8).

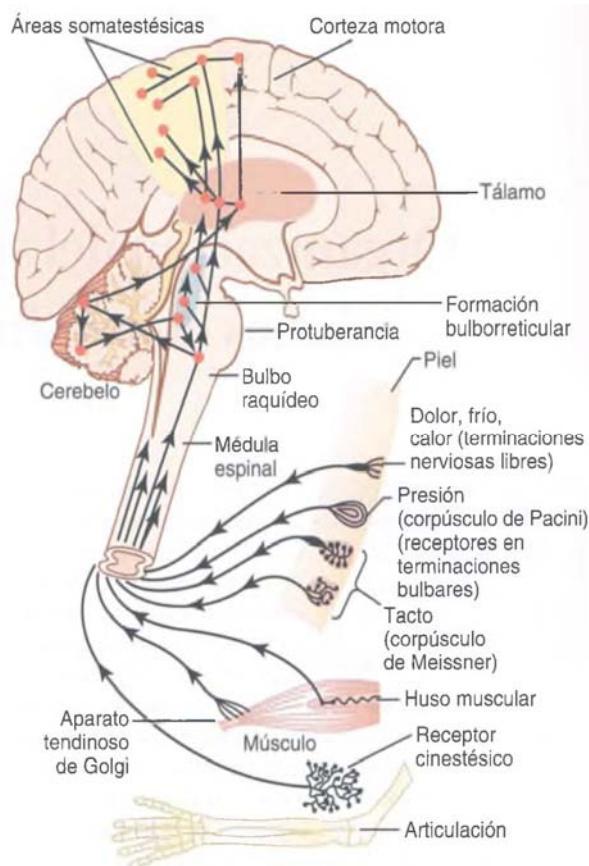


Figura 8

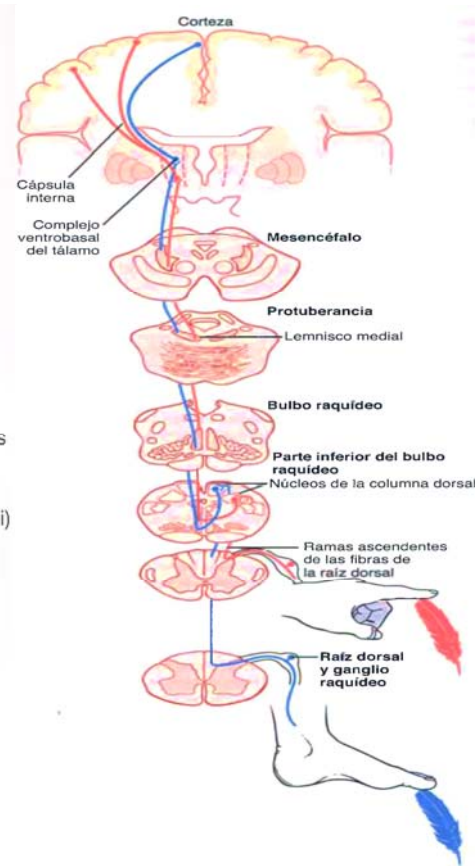


Figura 9

**Figura 8. Eje somatosensitivo del sistema nervioso.** Fuente: Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Médica (137)

**Figura 9. Vía de la columna dorsal lemnisco medial para la transmisión de los tipos críticos de señales táctiles.** Fuente: Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Médica (137).

Las fibras que provienen de los receptores del tacto y la propiocepción discurren por la vía posterior lemnisco medial o vía de las columnas dorsales (Figura 9). Cuando estos axones alcanzan la médula espinal algunos de ellos se bifurcan en ramas ascendentes y descendentes que sinaptan en algunos de los segmentos espinales inmediatamente superiores o inferiores. Estas sinapsis en los segmentos próximos están implicadas en el control de algunos reflejos. Sin embargo, la mayoría de los axones continúan a lo largo de la médula espinal para realizar una sinapsis en los núcleos grácil y cuneiforme de las columnas dorsales de la médula en la base del tronco cerebral (137).

La organización de los axones en la vía posterior lemnisco medial sigue una organización topográfica: los axones que provienen de los miembros inferiores del cuerpo ocupan la parte medial de la médula (tracto grácil), mientras que los que

proviene de los miembros superiores, el tronco y el cuello ocupan la parte lateral (tracto cuneiforme) (137).

### ***Control neuromuscular***

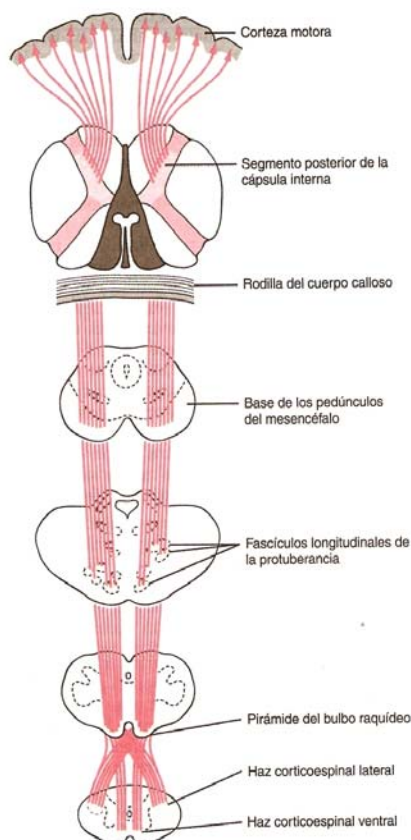
Los investigadores Lephart y Fu en el año 2000 interpretaron el control neuromuscular como la respuesta eferente inconsciente a una señal aferente que tiene como objetivo conseguir la estabilidad dinámica de la articulación o articulaciones (217). También se refiere a todos aquellos aspectos que envuelven el control del sistema nervioso en la activación muscular y a los factores que contribuyen al rendimiento de las tareas motrices (229). El movimiento voluntario está mediado por conexiones directas entre la corteza y la médula espinal (230).

La contracción muscular se produce debido a la orden que envía la motoneurona superior (eferente) llega a la médula y allí sinapta con la motoneurona alfa que es la que hace contraer el músculo. A su vez, la contracción estimula diferentes terminales sensoriales (aferentes) que aportan retroalimentación o *feedback* sobre el estado de los músculos. Ambas vías, aferentes y eferentes, transcurren por la médula espinal.

Cada fibra muscular está inervada por una única motoneurona alfa la cual a su vez inerva muchas fibras musculares que están típicamente repartidas por un área extensa del músculo. Se denomina unidad motora (UM) a la unidad formada por una motoneurona alfa y las fibras musculares que ésta inerva. La motoneurona es la que transmite las órdenes motoras centrales a la fibra muscular (230).

La corteza motora está dedicada casi en su integridad a controlar las contracciones musculares y los movimientos del cuerpo. Se sitúa por delante de la cisura central y constituye la mitad posterior del lóbulo frontal. Un ingrediente principal de este control motor llega en respuesta a las señales somatosensoriales recibidas desde las porciones corticales sensoriales que mantienen informada a cada instante a la corteza motora sobre las posiciones y los movimientos de las diferentes partes del cuerpo (137).

Las neuronas que se proyectan desde la corteza y el tronco cerebral transcurren por la médula y están organizadas en una serie de vías que dependen tanto de su lugar de origen como de la disposición en el cuerpo de los músculos que inervan. Los axones de las motoneuronas dejan la corteza y viajan por la sustancia blanca subcortical hacia la parte ventral del mesencéfalo (pedúnculos cerebrales). En el bulbo raquídeo estos axones se unen a los fascículos piramidales y se dividen en dos ramas: una ipsilateral denominada tracto corticoespinal ventral y otra contralateral (los haces se decusan en el bulbo inferior) denominada tracto corticoespinal lateral. Cada uno de los fascículos se dirige a diferentes efectores.



**Figura 10. Vía corticoespinal (piramidal).** Fuente: (Modificado de Ranson SW, Clark SL; *Anatomy of the Nervous System* Philadelphia: WB Saunders, 1959) (262)

Los axones del tracto corticoespinal ventral se vuelven a dividir en un momento posterior enviando axones a ambos lados de la médula espinal. Los axones del tracto corticoespinal ventral controlan las motoneuronas alfa que mueven los músculos del cuello, el tronco y los músculos proximales de las extremidades (261). Por tanto, esta vía está implicada en el control de la postura y la locomoción (Figura 10). Los axones del tracto corticoespinal lateral discurren por el lado contralateral desde el bulbo. Estos axones controlan las motoneuronas alfa que mueven los músculos de la musculatura distal. Por tanto, esta vía está implicada en el control de los movimientos precisos de las manos y los dedos.

La información motora transportada por el fascículo corticoespinal se regula de forma importante por la información sensorial y por la información de otras



regiones motoras. Ésta comprende un flujo continuo de información táctil, visual y propioceptiva necesaria para que el movimiento voluntario sea preciso y tenga la secuencia adecuada. Además, el flujo de salida de la corteza motora está sometido a una influencia importante desde otras regiones motoras del encéfalo, como el cerebelo y los ganglios basales, estructuras esenciales para la ejecución de movimientos con suavidad (263) (Figura 11).

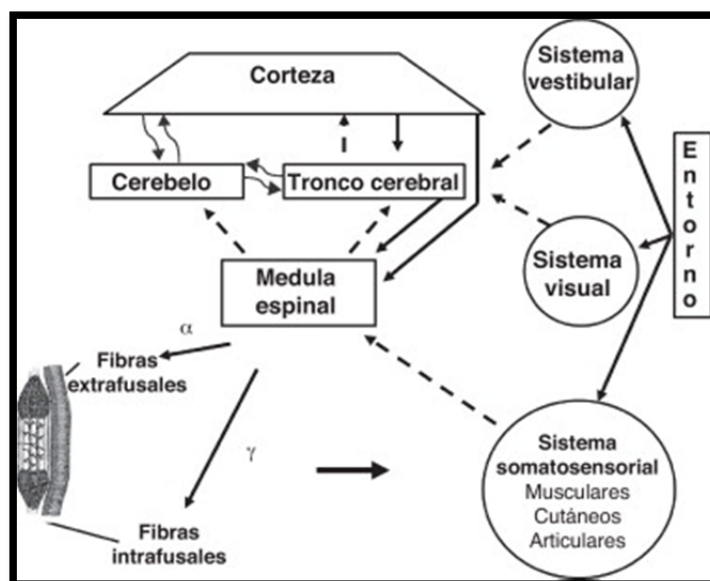


Figura 11 El sistema somatosensorial.

Fuente: Fort A (227). Adaptada de Riemann BL y Lephart SM (229). El sistema somatosensorial incorpora todos los componentes aferentes, el proceso de integración y procesamiento central y las respuestas eferentes, con el objetivo de mantener la estabilidad funcional de la articulación y articulaciones (postura global). Aunque el sistema visual y vestibular contribuyen los mecanorreceptores periféricos son los más importantes desde la perspectiva del paciente neurológico. Las vías aferentes (líneas de puntos) transmiten entradas a 3 niveles de control motor y se asocian a áreas como el cerebelo. La activación de las neuronas motoras puede darse en respuesta directa a la entrada sensorial periférica (reflejos) o bien descendiendo desde centros superiores (movimiento automático y voluntario). Estas dos vías pueden ser moduladas o reguladas por las áreas asociadas (líneas onduladas). Desde cada uno de los niveles de control motor (líneas continuas negras) las vías eferentes convergen con las motoneuronas gamma y alfa situadas en las raíces ventrales de la médula espinal. La activación de las fibras musculares intrafusales y extrafusales provocará nuevos estímulos para ser presentados a los mecanorreceptores periféricos.

Los diferentes sistemas sensoriales pueden compensarse entre sí de modo que la ausencia de uno de los tres no conlleva a la pérdida del equilibrio. Sin embargo, la pérdida o distorsión de las aferencias procedentes de dos o más sistemas se asocia con desequilibrio y caída. El ratio de la oscilación del cuerpo durante los ojos abiertos y cerrados ha estado referido con el signo de Romberg (264). Si el

paciente postictus es privado de la sensibilidad somatosensorial y visual a la vez, pierde el equilibrio antes que un sujeto sano de su misma edad (156). Los receptores musculares del sistema somatosensorial constituyen la estructura que más se puede modificar con el entrenamiento y la reeducación muscular (265).

El sistema somatosensorial se cree que es el sistema más importante para mantener un buen control postural en los individuos que han sufrido un ictus (156). Estos pacientes presentan una mayor dificultad durante las tareas que requieren la integración de dicha información proveniente de la extremidad inferior, a diferencia de los individuos sanos y utilizan mucho los *inputs* visuales para mantener el equilibrio (160,266). Ésta dependencia se considera una estrategia compensadora utilizada por dichos pacientes para suplir las deficiencias en el control postural (267). La debilidad, el deterioro del control muscular y los déficits sensoriales están relacionados con la carga de la pierna afectada (268), disminuye el rango de movimiento y puede conducir a cambios en la BA (269) y simetría de la marcha (270). Algunos pacientes presentan lesiones de los cordones posteriores de la médula y como consecuencia reducen el tono postural, indicando la importancia de los estímulos somatosensoriales para mantener un óptimo tono postural.

La capacidad de elegir y confiar en la entrada sensorial apropiada para cada situación se llama reponderación sensorial (195,197). Este sistema identifica cualquier aumento en la oscilación o balanceo corporal, durante la postura estática asociada con la alteración visual o la información somatosensorial para el control en bipedestación o sedestación (271). En un ambiente bien iluminado con una base firme de apoyo, las personas sanas se basan en las siguientes informaciones: sistema somatosensorial un (70%), vestibular (20%) y visión (10%) para conseguir un buen control postural (272).

La alteración del control postural produce que el movimiento voluntario cause problemas en el equilibrio, se produce una disminución en la coordinación y de la interacción entre los grupos musculares causando una disminución de la habilidad y del tiempo de reacción delante de un estímulo (273). Estos pacientes con frecuencia presentan dificultades para coordinar el movimiento de los segmentos

corporales especialmente durante las tareas de alcance (274) y presentan un incremento de la oscilación del cuerpo (183,275).

Cuando la información propioceptiva después del ictus está ausente o alterada el SNC no puede especificar el punto de origen o posición referente del marco espacial de referencia para la contratación de las motoneuronas lo cual lleva a un movimiento anormal (276).

Un movimiento para que sea eficaz ha de ser controlado mediante una actividad muscular coordinada lo que resulta de una compleja interacción entre el SNC y el sistema musculoesquelético (236). Es importante hablar de las diferentes estrategias de control neuromuscular para llevar a cabo una acción coordinada y eficaz tal y como se detalla a continuación:

### ***Coordinación intramuscular***

Uno de los principales factores neurales que afectan a la fuerza es la coordinación intramuscular de un mismo músculo. Este hecho afecta a la fuerza de un mismo músculo e implica varios mecanismos de control. Entre ellos se encuentran: el reclutamiento espacial (aumento del número de UMs reclutadas), el reclutamiento temporal (aumento de la frecuencia de impulsos de la UM) y la sincronización de las diferentes UMs para producir una contracción voluntaria máxima (277).

En los supervivientes a un ictus una disminución en el ritmo de descarga de la UM da lugar a una tensión disminuida y tienen que reclutarse UMs adicionales para posibilitar el desarrollo de una fuerza mayor (278). Para el paciente el resultado puede ser una mayor sensación de esfuerzo con niveles bajos de activación (279).

### ***Coordinación intermuscular***

La literatura actual describe principalmente dos principios neuromusculares sobre la programación de la intervención muscular en un movimiento: la co-contracción de agonistas y antagonistas y la activación recíproca de agonistas y antagonistas.

Solomonow y Krogsgaard en 2001 (280) definieron la co-contracción como una actividad de alta intensidad de la musculatura agonista de forma simultánea a una

actividad de baja intensidad de la musculatura antagonista de una misma articulación. Aunque se debe tener en cuenta que estos niveles de activación de que hablan pueden no tener siempre esta proporción pues dependerá del tipo de tarea realizada.

La activación muscular excesiva tras el ictus puede ser una manifestación de la falta de destreza en reorganizar los patrones de activación muscular específicos para una tarea en presencia de un reclutamiento inadecuado de UMs (281). Existe un deterioro de la capacidad y la secuencia de la activación muscular que depende de la magnitud del deterioro del control motor y las estrategias usadas por las personas tras el ictus para compensar las deficiencias (281). Muchos de ellos presentan una actividad muscular excesiva producida por la debilidad de los músculos sinérgicos del agonista el cual actúa sin oposición (281).

Actualmente se sabe que las estrategias neuromusculares son modificables con el entrenamiento. De esta forma, cuando se aprenden nuevos movimientos la tarea se realiza en primer lugar con elevados niveles de co-contracción y es a medida que se realiza un aprendizaje cuando hay una progresión hacia la activación recíproca (282).

#### **3.2.3.2.4 Control motor de la posición estática en bipedestación**

La estabilidad de la base de bipedestación es llamado *equilibrio estático* porque la base de soporte no está cambiando. Sin embargo, éste término es engañoso ya que incluso el control postural en posición estática es en realidad posición dinámica (197). Por ejemplo, los pequeños movimientos cíclicos del tronco y los miembros inferiores para compensar la variación del control postural a causa de la respiración (283,284) y este movimiento se produce en conjunción con un sutil contexto de ajustes posturales.

En la postura estática, la estabilidad proximal de los segmentos del cuerpo durante la respiración mantienen activas las estrategias de control motor por la incorporación de los movimientos de pequeña amplitud del tronco y de las extremidades inferiores. El control postural de la cadena cinética multiarticular del tronco y de los miembros inferiores está organizado como una combinación de estabilidad y movilidad (285). El movimiento altera la estabilidad como

consecuencia de la interacción entre las fuerzas internas y las externas (286). En lo referente al control funcional de la columna se debe considerar que la misma está moviéndose continuamente. Se han observado pequeños movimientos repetidos de la columna y pelvis asociados a la respiración que supuestamente contrarrestan las alteraciones del equilibrio postural causadas por ésta (283,287).

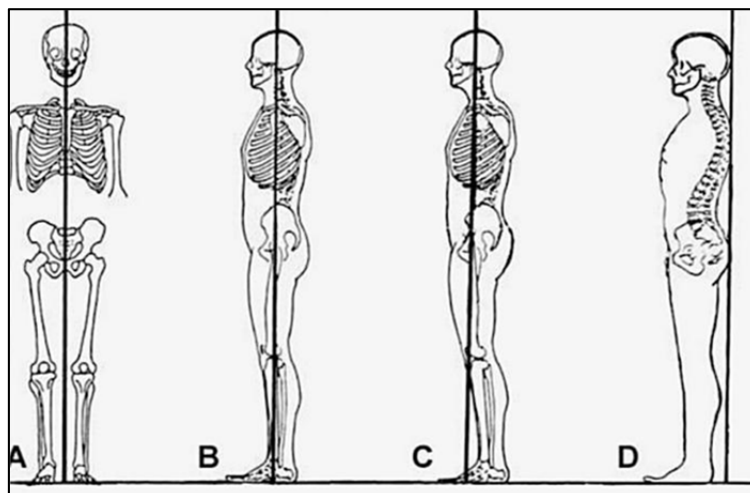
La posición estática en bipedestación se suele representar por el modelo del péndulo invertido descrito por Winter y Geursen donde todo el cuerpo pivota alrededor del tobillo (206,288) y el CM corporal total es un promedio ponderado del CM de todos los segmentos individuales del cuerpo (289).

Diferentes factores contribuyen en el tono muscular durante la posición estática como la rigidez intrínseca de los músculos y el fondo de tono muscular, el cual existe normalmente en todos los músculos por la contribución neural y el tono postural (263,290,291). En bipedestación debido a que la línea de gravedad en un sujeto normal cae por delante de la columna vertebral, los músculos antigravitatorios tónicamente activos son: tríceps sural (sóleo y gemelos), tibial anterior, glúteo medio, glúteo mayor, cuadrado lumbar, tensor de la fascia lata, psoas-iliaco, cuádriceps y los paravertebrales (a lo largo con intermitente activación de los abdominales) (292).

La *alineación* del cuerpo puede minimizar el efecto de la fuerza de la gravedad, la cual tiende a desplazar al individuo del centro. Una posición erecta sin ayuda de los músculos sería cuando las rodillas y caderas están plenamente extendidas más allá de la posición de equilibrio (Figura 12). La línea de gravedad anteroposterior (AP) divide al cuerpo en dos, la mitad anterior y la posterior. Esta línea debe pasar por el lóbulo de la oreja, el centro del hombro, el trocánter mayor del fémur (en la cadera) por detrás de la rótula de la rodilla y por delante del maleolo externo (tobillo).

El CG cae en la segunda vértebra sacra o justo detrás de la vértebra en el canal sacral (293). La línea de gravedad lateral divide al cuerpo en mitad izquierda y derecha. Pasa por la protuberancia occipital, la apófisis espinosa de la 7ª cervical, el plieque interglúteo, punto medio entre las rodillas y punto medio entre los talones.

El CP puede estar desplazado anteriormente en los pacientes postictus debido al desequilibrio anteroposterior en la articulación del tobillo. Los pacientes en la fase crónica del ictus presentan alteraciones en la alineación global del cuerpo y en el sacro en bipedestación en comparación con los individuos sanos, lo que influye sobre el control motor y el rendimiento funcional (294).



**Figura 12** Valoración postural.

Esta es la imagen ideal de la clásica valoración postural mediante plomada enseñada en todas las escuelas de medicina, quiropráctica, osteopatía y fisioterapia. **A**: posición vertical de la postura AP normal. **B** y **D**: posición ideal lateral. **C**: media de postura lateral ideal. Estudio de validación de un instrumento de evaluación postural (SAM, *spinal analysis machine*). Olaru Á. 2006 (295).

La habilidad para controlar la posición del cuerpo en el espacio es fundamental para todas las actividades de la vida diaria. Cada tarea tiene un componente para la estabilidad y orientación los cuales pueden variar (296,297). Según que trabajos o tareas se llevan a cabo es más importante el mantenimiento de la orientación postural que la estabilidad (298).

La información somatosensorial en sujetos adultos sanos procedente de las extremidades inferiores y pelvis se utiliza con el fin de construir la principal referencia de coordenadas para mantener el equilibrio (201,299). Los supervivientes a un ictus presentan un aumento de la oscilación postural y tienden a cargar el peso de su cuerpo en la pierna no afectada (300,301) con una alineación anormal de las partes del cuerpo, asimetría de la postura y el movimiento (302,303) por una incapacidad para adaptarse a las alteraciones en el CG para controlar diferentes partes del cuerpo durante el movimiento (304-307).

### **3.2.3.2.5 Control motor de la posición estática y dinámica en sedestación**

La posición en sedestación es una postura inherentemente más estable que la de bipedestación debido al mayor tamaño de la BA. Sin embargo, las exigencias posturales aumentan en las tareas de alcance hacia delante o en la rotación del tronco, ya que parte de la masa corporal se desplaza hacia delante o los lados y parte del peso del cuerpo se reparten sobre los muslos y el perímetro de la BA hacia delante proporcionado por los pies en el suelo (308). Las extremidades inferiores contribuyen activamente cuando se realizan tareas de alcance más allá de la longitud del brazo (309).

Las personas con hemiparesia, debido a un ictus, presentan un menor desplazamiento del CP que las personas sanas de su misma edad especialmente en las tareas de alcance (310). Además, la distribución de peso entre los glúteos y los pies, las personas con ictus mantienen más peso en las nalgas y menos peso en los pies dependiendo de la dirección del movimiento. En la tarea en flexión del tronco estos sujetos utilizan una estrategia compensatoria que consiste en la flexión de la parte superior del tronco ya que no pueden ejecutar una inclinación anterior de la pelvis (311).

### **3.2.3.4 Percepción de la verticalidad**

Los sistemas vestibular y visual proporcionan información acerca de la verticalidad y posición en el espacio (312). La capacidad para orientar las partes del cuerpo con respecto a la gravedad, la superficie de apoyo, las condiciones visuales y las referencias internas son un componente crítico del control postural. Un sistema nervioso sano, de forma automática, altera la forma en que el cuerpo se orienta en el espacio en función del contexto y la tarea. Las personas sanas pueden identificar la verticalidad en la oscuridad con un margen de error de 0,5 grados. Los estudios han demostrado que la percepción de la verticalidad o en posición vertical puede tener múltiples representaciones neurales y en pacientes con ictus puede ser anormal. Sobre todo los que presentan afectado el tálamo (313) particularmente en la presencia de negligencia visoespacial (158,314).

Parece que un déficit en la percepción espacial puede ser un factor clave para el mantenimiento de un buen control postural (315). Gurfinkel y Levick (316) postularon en 1991 que el cerebro integra información sensorial sobre la fuerza gravitacional y la integra en una “representación interna de la vertical”.

Algunos pacientes postictus presentan un comportamiento empujador en el que los pacientes empujan con su lado sano hacia el lado afecto resistiendo la corrección pasiva, esto está asociado con la poca conciencia de la verticalidad (317). Existe una relación entre la vertical subjetiva visual y el mantenimiento de la postura erguida del tronco cuando la cabeza o el cuerpo entero se inclinan se requiere de la información somatosensorial (314,318).

### **3.2.3.5 Adaptación de las estrategias posturales**

*Adaptación* es un término que refleja la habilidad para modificar el funcionamiento en respuesta a nuevas tareas demandadas. Las adaptaciones espaciotemporales incluyen los cambios de la BA como su ampliación (piernas/pies aparte, rotados externamente), arrastrar los pies con paso inapropiado, cambiar el peso del cuerpo a la pierna más fuerte y restringir el movimiento de la masa corporal.

### **3.2.3.6 Componentes musculoesqueléticos y limitaciones biomecánicas**

Está compuesto por el rango de movilidad de las articulaciones, flexibilidad de la columna, propiedades musculares y las relaciones biomecánicas entre los diferentes segmentos corporales. Una de las limitaciones biomecánicas más importante en el control postural consiste en controlar el CM del cuerpo con respecto a su BS, ya que existe un gran número de grados de libertad alrededor de las articulaciones y complejas cadenas cinemáticas debido a la estructura del organismo (196).

### **3.2.4 Estrategias del Control Postural**

La capacidad de regular la relación entre el CM y la BS durante las actividades de la vida diaria resulta de una combinación de las estrategias de control postural reactivo o *feedback* y anticipatorio o *feedforward*. Dichas estrategias son moduladas por los estímulos somatoensoriales e influidos por el aprendizaje y las



experiencias previas (319-321) esto quiere decir que se puede mejorar con el entrenamiento.

Los movimientos posturales y de la marcha son organizados en dos niveles: el primer nivel implica la generación de respuestas posturales para mantener el equilibrio basado principalmente en las entradas propioceptivas de la cintura pélvica y del tronco y en el segundo nivel están los *inputs* vestibulares y las entradas propioceptivas de la parte inferior de la pierna sobre todo ayuda en la coordinación muscular y la conformación final de los movimientos entre la postura y la marcha (322). El movimiento del tronco es el que desencadena las respuestas posturales y las correcciones del equilibrio.

Cuando se pierde el equilibrio los músculos y los segmentos corporales deben ser coordinados de manera diferente dependiendo de la dirección de la perturbación y diversos patrones de movimiento pueden ser utilizados como la estrategia de paso o cogerse (296). Varios investigadores (238,323) han estudiado la organización de las estrategias de movimiento los cuales intervienen para recobrar la estabilidad en respuesta a un desplazamiento de la base de soporte (plataforma). Las sinergias musculares están asociadas con estrategias de movimientos posturales utilizadas para recuperar el equilibrio (320,324). Una *sinergia* es definida como la unión funcional de grupos musculares de tal manera que se ven obligados a actuar juntos como una unidad ésto simplifica las demandas del SNC (197,325).

### **3.2.4.1 Control postural anticipatorio o *feedforward***

Son los llamados ajustes posturales anticipatorios (APAs) o *feedforward* representan cambios en la activación de los músculos posturales y minimizan la posterior desestabilización de la postura cuando una persona realiza una acción rápida que lleva a una perturbación postural (326).

Los APAs del tronco se refieren a la respuesta postural que se realiza en anticipación a un movimiento voluntario de las extremidades para permitir mantener la estabilidad o equilibrio durante el movimiento o la tarea ya que podría ser potencialmente desestabilizante para el individuo (327-332). Su mayor rol es preparar el movimiento tridimensional del tronco el cual es anterior a los

movimientos voluntarios funcionales de las extremidades superiores de forma unilateral (327,333-338). Este tipo de actividad postural preparatoria es la base para los movimientos selectivos de las extremidades (206).

Se necesita la estabilidad del tronco y ajustes posturales cuando hay fuerzas reactivas debido al movimiento de un miembro, inferior o superior, para compensar el efecto desestabilizador en la postura el ajuste anticipatorio del tronco crea la estabilidad proximal para la movilidad distal (339).

Los APAs antes de la fase de oscilación de la marcha son fundamentales (172) para ello se necesita de una estabilidad mediolateral ya que el CP se desplaza hacia la pierna que oscila. El APA mediolateral actúa para mover el CM hacia la pierna de apoyo y presumiblemente sirve para promover la estabilidad mediante la reducción de la tendencia del CM a caer hacia el lado sin apoyo durante el movimiento del pie (172).

Este sistema incluye tareas que requieren un movimiento activo del cuerpo del CM en previsión de una transición postural desde una posición del cuerpo a otro. Por ejemplo, las transferencias de posición de sedestación a bipedestación de postura normal a puntillas de una posición bipodal a monopodal (340), cambio de peso de una pierna a otra y la anticipación antes de subir a un taburete.

Los APAs pueden afectar a la localización del CG lo que a su vez afecta al equilibrio y a las fuerzas conjuntas de las extremidades inferiores durante las tareas en posición vertical (341). Esta preparación puede ser aprendida y ajustada a las diferentes acciones que se presentan mediante la acumulación de experiencias motrices (286).

Los sujetos postictus presentan un deterioro de la actividad anticipatoria muscular (342) en los músculos principalmente en el lado parético (343). Estos pacientes presentan un retraso en los APAs en ambos lados del cuerpo cuando realizan movimientos de alcance de objetos en diferentes velocidades comparados con individuos sanos. Son menos capaces de adaptar sus APAs a diferentes velocidades y a las constantes perturbaciones del CP inherente de las actividades de la vida diaria y a los cambios del entorno (344). En los músculos del tronco, sobre todo en el lado parético, también existe una menor actividad de anticipación

y hasta cierto punto también en el lado no parético, dando lugar a un retraso en la aparición y la sincronización de la activación de los pares de los músculos pertinentes en comparación con los sujetos sanos (125,331,345).

Kanekar (346) demostró que la actividad de los APAs de la extremidad inferior se puede mejorar en individuos jóvenes sanos con una sola sesión de entrenamiento. Tsao y Hodges en 2007 (347) observaron que se podían mejorar los APAs del tronco con contracciones voluntarias de la musculatura abdominal en personas con dolor de espalda.

### **3.2.4.2 Control postural reactivo o *feedback***

Se define como la elaboración de una respuesta correctiva dentro de un gesto motor como consecuencia de haber percibido anomalías o cambios repentinos del entorno. Dicho de otro modo, se refiere a la información proporcionada bien por vía refleja después del análisis de un determinado estímulo sensorial (265). Es el único recurso que posee el individuo en caso de una perturbación inesperada por lo que el control reactivo es probable que sea de vital importancia para permitir la estabilidad en la vida cotidiana.

Se incluyen tanto *in-situ* o estrategias de *apoyo fijo* o de *cambio de apoyo* como dar un paso como consecuencia a una perturbación externa (339). Estas dos clases de estrategias se distinguen por la ausencia o presencia del movimiento de las extremidades para alterar la BS y son controladas por el SNC.

Los sujetos con una pobre coordinación de las respuestas posturales automáticas muestran una inestabilidad postural en respuesta a las perturbaciones externas, mientras que los sujetos con pobre coordinación de los APAs muestran inestabilidad postural durante los movimientos auto-iniciados (348).

#### **3.2.4.2.1 Tipos de control postural reactivo**

Existen de dos tipos: los de *apoyo fijo* o los de *cambio de apoyo* (349,350).

**De apoyo fijo:** Los pies no se desplazan del sitio, es importante ya que es una primera respuesta a la pérdida del equilibrio, son la estrategia de tobillo y la de cadera.

-Estrategia de tobillo (351): El cuerpo rota alrededor de la articulación tibio-astragalina, produciendo principalmente esfuerzos de dirección AP, la secuencia va de distal a proximal (208). Se caracteriza por la activación de los músculos anteriores o posteriores del tobillo (principalmente el músculo tibial anterior y el tríceps), del muslo (músculos isquiosurales) y del tronco (músculos paravertebrales) (238,320,352). En esta estrategia el individuo oscila como un péndulo invertido y consigue un cambio de la posición del CG del cuerpo por rotación en torno a la articulación del tobillo con un movimiento mínimo de caderas o rodillas.

Sin embargo, estas oscilaciones son muy lentas (frecuencias de alrededor de 0,2 Hz) debido a la alta inercia del cuerpo. En caso de perturbaciones rápidas se requieren correcciones rápidas. Otros segmentos del cuerpo con menor inercia (tronco alrededor de la cadera, el muslo alrededor de la rodilla) son movidos por una rápida corrección (348).

-Estrategia de cadera: Concentra los movimientos alrededor de dicha articulación, y se genera cuando la BS es pequeña y cuando el CG se mueve rápidamente hacia los límites de estabilidad. La estrategia de cadera se produce principalmente en esfuerzos de dirección mediolateral (ML) (208). El punto de partida es la articulación de la cadera y se caracteriza por la activación de la musculatura anterior o posterior, pero en una secuencia de proximal a distal (351), consiguiendo una reubicación del CG por flexión o extensión de la cadera.

La actividad muscular empieza alrededor de los 90-100 ms en los músculos abdominales y posteriormente en el cuádriceps. Estos patrones musculares están asociados con las correcciones de los balanceos hacia atrás evitando la caída en dicha dirección. Durante la oscilación hacia atrás se activan los músculos de la cadena anterior, los abdominales y cuádriceps, y hacia delante se activan los músculos de la cadena posterior los paravertebrales y los isquiosurales.

Los pacientes pueden caer en diferentes direcciones debido a que las perturbaciones pueden ser multidireccionales (353). Varios investigadores (206,289,354) postulan que el control ML ocurre antes en la cadera y tronco que en el tobillo. Ellos señalaron que el primer movimiento ML del cuerpo es el de la

pelvis, el cual requiere aducción de una pierna y abducción de la otra. La estabilidad ML al caminar resulta más difícil de controlar que la AP para los individuos postictus (172). El control muscular alterado y el deterioro de la información propioceptiva aumentan la incapacidad de controlar la estrategia de cadera (355).

### ***Estrategia de “cambio de apoyo”: Estrategia de paso***

Cuando las estrategias anteriores son insuficientes para recuperar el equilibrio, dar un paso es utilizado para realinear el CM y la BS. Muchas veces ocurre aunque el CM esta dentro de la BS (356,357). Horak (296) mostró que individuos neurológicamente intactos utilizan una mezcla de dichas estrategias cuando controlan la oscilación en bipedestación hacia delante y hacia atrás.

En realidad parece ser muy frecuente y puede ocurrir muy rápidamente después de la aparición de trastornos posturales. Experimentalmente estos movimientos compensatorios de las extremidades son reacciones comunes a una perturbación postural aplicada externamente incluso cuando las perturbaciones son pequeñas y la estabilidad se podría haber mantenido sin mover los brazos o las piernas (350). El paso se puede realizar en un plano AP o ML.

Aspectos críticos como las características espaciales de la respuesta (trayectoria de la extremidad) y el momento de iniciación de la respuesta y ejecución (latencia y la velocidad) ambos deben coincidir con el movimiento continuo del CM y los intentos activos para controlar este movimiento (172).

### **3.3. TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA**

Hay una serie de factores modificables que influyen decisivamente en la recuperación funcional de los pacientes que han sufrido un ictus entre los que destacan: el tiempo de inicio de la rehabilitación desde el ictus, duración e intensidad del tratamiento y lugar donde se realiza (358).

La atención neurológica especializada realizada por un equipo o en una unidad de ictus reduce la mortalidad y las complicaciones intrahospitalarias e incrementa el porcentaje de personas que quedan sin discapacidad (359-366).

La fisioterapia ha de iniciarse de forma precoz y coordinada y mantenerse durante las diferentes fases de la atención sanitaria (367). El cerebro se reorganiza después del ictus en relación a la recuperación de la función motora, según estudios hechos con pacientes sobre el mapeo cerebral (368,369). Tsao et al, (370) sugirieron que en pacientes con déficits en el control postural la reorganización a nivel del cortex motor de los músculos del tronco es posible.

### **3.3.1 Recuperación funcional y plasticidad cerebral**

Después de sufrir un ictus el SNC utiliza una variedad de mecanismos para mejorar los patrones de activación muscular necesarios para la recuperación de las respuestas del control postural (343). La mejora de la recuperación motora se debe a la reorganización cortical que proporciona nuevas vías. Ello es debido a la plasticidad inherente de las células cerebrales que permiten la reparación de circuitos corticales, integra otras áreas corticales para realizar funciones modificadas y responde a diversas afecciones. La capacidad del cerebro de adaptarse a los cambios tiene además, importantes implicaciones en el aprendizaje (371).

La neuroplasticidad es la propiedad del SNC de modificar su funcionamiento y reorganizarse en compensación ante cambios ambientales o lesiones (372). Otra definición podría ser la habilidad que tiene el cerebro para reorganizarse en respuesta a los cambios a las exigencias del comportamiento o conducta (373). La neuroplasticidad (34,260,375-377) implica cambios estructurales estables dependientes de diversos mecanismos como:

- La creación de nuevas sinapsis por crecimiento y expresión de dendritas.
- Formación de colaterales axónicas encaminadas a ayudar a recuperar la función (374).
- La reorganización funcional en la propia zona dañada cambiando la naturaleza de su función preprogramada para facilitar un funcionamiento adecuado.
- La participación de zonas vecinas o contralaterales para suplir la función por reorganización funcional del córtex.

- La recuperación de funciones perdidas por daño a las neuronas quizá mediante la desinhibición de vías y circuitos redundantes.

Plow et al, demostraron que el SNC, tras el daño producido por un ictus, se remodela continuamente a lo largo de la vida mediante la experiencia y el aprendizaje en respuesta a la actividad (378-380). Las tareas motoras generan patrones de estimulación sensorial propioceptiva y puede ser fuente de modulación neuroplástica en áreas motoras y somatosensoriales (375). La estructura de la corteza cerebral está cambiando continuamente en respuesta al entrenamiento, las adquisiciones conductuales y motoras y parece que el ejercicio físico aumenta la neuroplasticidad (381). En el proceso de rehabilitación de un paciente con lesión neurológica existe un reordenamiento de las funciones perdidas (382).

Nudo en 2011 señaló que la neuroplasticidad posterior al ictus se basa en tres conceptos principales (383):

- En los cerebros lesionados la adquisición de movimientos especializados induce a cambios funcionales dentro de la corteza motora.
- Una lesión en la corteza motora tras un ictus produce cambios funcionales en el tejido cortical restante que rodea la lesión, esta se verá afectada por la pérdida de circuitos intracorticales.
- Después de un ictus cortical la adquisición de las habilidades motoras tiene influencia en la reorganización funcional neurológica de la corteza no dañada.

Las propiedades de las UMs también pueden modificarse bajo el efecto de las contracciones a las que el músculo está sometido (384). Está demostrado que las propiedades funcionales de las UMs están en dependencia de los patrones de activación de las motoneuronas. Esto quiere decir que las fibras musculares a pesar de su alto grado de especialización tienen la capacidad de cambiar sus propiedades bioquímicas, fisiológicas y estructurales en respuesta a los cambios en los patrones de activación de sus neuronas. Estos cambios consisten en un aumento de la densidad capilar de las enzimas oxidativas y de la resistencia a la fatiga (385).

La plasticidad de las UMs es una propiedad importante que se debe tener presente cuando se trata de emprender la reeducación del paciente postictus. Debido a su inmovilización y a la lesión del SNC se producen cambios plásticos en las propiedades intrínsecas mecánicas pasivas de los músculos en respuesta a cambios en la longitud muscular así como en la forma en que se utiliza el músculo. Estos cambios incluyen la alteración en la longitud del sarcómero, aumento de la formación de los puentes cruzados, cambios en el tipo de fibras musculares y alteraciones en los elementos extra-celulares (146,386,387). La inmovilización atrofia las fibras musculares pero no hay una disminución de su número (388).

### **3.3.2 Etapas de recuperación del ictus**

En el proceso de recuperación del ictus se distinguen cuatro fases (389):

#### *a- Fase hiperaguda o aguda del ictus (0-24 h)*

El énfasis de la hospitalización inicial se centra en determinar la causa, la prevención de las complicaciones y la pronta remisión a los servicios de rehabilitación (114). Las medidas iniciales e inmediatas que hay que llevar a cabo en un paciente con un síndrome clínico de ictus incluyen la evaluación general y neurológica con la mayor rapidez posible. Las primeras medidas deben ir dirigidas a mantener la estabilidad cardiorespiratoria. El paso siguiente será elaborar un diagnóstico neurológico correcto mediante la historia clínica, la exploración y la realización de pruebas diagnósticas (19).

Es importante evaluar los déficits neurológicos del ictus y el pronóstico de los resultados con la escala *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS) (390) (Anexo 3). En esta fase se considera que el paciente tiene una mejoría o un empeoramiento cuando en dicha escala se produce una disminución o un aumento en la puntuación de 4 puntos respecto al valor basal (391).

Del conjunto de pruebas diagnósticas que hay que llevar a cabo en la fase aguda destacan las pruebas de neuroimagen en concreto el TC craneal de una importancia vital a la hora de excluir otras etiologías y de distinguir entre el ictus isquémico y el hemorrágico (392). Un estudio ha demostrado que la realización



inmediata del TC craneal es una medida coste-efectiva que mejora la calidad de vida de los pacientes (393).

### b- *Fase subaguda o temprana* (>24 h ≤ 3 meses)

Tras la fase hiperaguda la neurorrehabilitación representa la única oportunidad de mejora para los pacientes que presentan una discapacidad tras el ictus y a diferencia de la fibrinólisis, se estima que podría aplicarse aproximadamente al 40% de todos los ictus (isquémicos y hemorrágicos) (394). Tan pronto como se establezca el diagnóstico y se haya asegurado el control del estado vital del paciente tiene que empezar la neurorrehabilitación donde la fisioterapia juega un papel destacado (367).

El control de tronco y el equilibrio en sedestación evaluado en la primera y segunda semana después del ictus se ha demostrado que son un predictor importante de la capacidad funcional y de la marcha a los 6 meses en los pacientes postictus (181,303,395-405). Se entiende como *capacidad funcional* el potencial que tiene un individuo para interactuar con su medio ambiente de manera que le permita realizar de forma competente las tareas de la vida diaria.

En los tres primeros meses y especialmente durante la primera semana después de sufrir un ictus es cuando existe una mayor recuperación funcional del paciente (406-408) y es considerado el periodo más beneficioso y efectivo de plasticidad cerebral (367,383,409-411).

### c- *Fase tardía del ictus* (> 3 meses ≤ 6 meses)

La recuperación funcional a los cuatro y cinco meses postictus disminuye y después de los 6 meses pequeños progresos pueden ser esperados (412,413) es por ello de suma importancia la fisioterapia que recibe el paciente en la fase anterior.

### d- *Fase crónica del ictus* (> 6 meses)

Es importante que los pacientes que están en esta fase realicen actividad física y ejercicios de resistencia para mantener las habilidades adquiridas en la fase subaguda y tardía e intentar recuperar alguna función más (414).

### **3.3.3 Principios generales de Fisioterapia**

Según la *American Physical Therapy Association* (APTA) los fisioterapeutas son profesionales de la salud que mantienen, restauran y mejoran el movimiento, la actividad y la salud lo que permite que un individuo tenga un funcionamiento óptimo y de calidad de vida, al tiempo que garantiza la seguridad del paciente y la aplicación de pruebas para proporcionar una atención eficiente y eficaz.

Los fisioterapeutas evalúan, diagnostican y gestionan las deficiencias neuromusculares que presentan los individuos de todas las edades y que les provocan limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Además, están involucrados en la promoción de la salud, bienestar y buena condición por medio de identificación de los factores de riesgo y la implementación de servicios para reducir el riesgo, retrasar la progresión o prevenir el deterioro funcional y la discapacidad y mejorar la participación en situaciones de la vida (415). Los supervivientes a un ictus deben tener acceso a un fisioterapeuta experto en ictus y el tratamiento que realizan se debe basar en la evaluación individualizada de los déficits neurológicos (118).

#### **3.3.3.1 Bases en las que se fundamentan los tratamientos en Fisioterapia Neurológica**

Una de las bases es la plasticidad cerebral para mejorar o normalizar los déficits neurológicos y funcionales del paciente. Para ello la práctica repetitiva cuidadosamente dirigida y bien enfocada es de suma importancia, la misma clase de práctica repetitiva que toda persona realiza cuando aprende una nueva destreza como tocar el piano o lanzar una pelota.

El uso repetitivo de las articulaciones deterioradas fomenta la plasticidad del cerebro y ayuda a reducir las discapacidades (416). Los ejercicios terapéuticos basados en la repetición son un principio importante que refleja la regla de aprendizaje de Hebbian, en que las conexiones entre neuronas se fortalecen cuando están activas simultáneamente (es decir, la potenciación a largo plazo) (417). El entrenamiento en tareas repetitivas es una modalidad clave de la recuperación eficaz en el ictus (418). Este aspecto se refiere a la repetición de una secuencia motora activa realizada repetidamente dentro de una sola sesión

de entrenamiento con la práctica que apunta hacia un objetivo funcional claro (418). Sin embargo, esto no significa que cada repetición deba de ser idéntica a la anterior, en su lugar, se sugiere que si se implementa una ligera variación entre las repeticiones es más exitosa (419).

Cabe señalar, que a pesar de todas las controversias entre la corriente y las teorías de control motor, hay un entendimiento creciente de que la información sensorial juega un papel fundamental en la reorganización de la plasticidad y reaprendizaje motor. Es por ello de suma importancia las entradas o *inputs* propioceptivos y estímulos táctiles que proporciona el fisioterapeuta con sus manos al paciente, el cual ha de ser variado y repetitivo (374). Se busca guiar al paciente en los movimientos, para que éstos sean lo más correctos y eficaces posible, pero cuando el paciente ya sea capaz de generar por si mismo el movimiento correcto se irá eliminando la orientación manual.

El objetivo general fundamental de la fisioterapia es impedir las complicaciones, minimizar los deterioros y maximizar la función. La recuperación funcional se refiere a la mejora de independencia en áreas tales como el auto-cuidado y la movilidad. Esto depende de la motivación del paciente, la capacidad para aprender y el apoyo de la familia, así como la calidad y la intensidad de la fisioterapia (115).

El primer objetivo del tratamiento de fisioterapia en las primeras fases del ictus es restaurar el control de tronco y el equilibrio en sedestación (128) para mejorar y optimizar la funcionalidad e independencia del paciente. Algunos autores postulan que el control de tronco contribuye a mantener eficazmente la función respiratoria y deglutoria (134,420). Es importante también recuperar la simetría de la pelvis ya que es una estructura tremendamente importante y posee una relación intrínseca con la columna lumbar y la articulación de la cadera (421). Su simetría mejora la fase de impulso de la marcha (170) lo cual permite caminar más rápido y llevar a cabo más actividades de la vida diaria (422). Puede pronosticarse que el paciente que al final de la fase subaguda es capaz de movilizar la cadera podrá caminar con bastón (423).

La función del tronco implica mucho más que el equilibrio en sedestación, envuelve aspectos tan importantes como la estabilización y movimientos selectivos del tronco en flexión, extensión, flexión lateral y rotación (424).

### **3.3.4 Intervenciones terapéuticas de Fisioterapia para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco**

La utilización de guías de práctica clínica basadas en la evidencia (EBPCPGs) puede ser de gran ayuda para unificar criterios a la hora de abordar el tratamiento de los supervivientes a un ictus propocionando recomendaciones flexibles (425) y permiten disponer de recomendaciones basadas en las mejores evidencias científicas (426). Su uso apropiado se ha demostrado eficaz para mejorar tanto el proceso de la atención como los resultados de salud de los pacientes (427). Las EBPCPGs pueden ayudar a médicos, fisioterapeutas y pacientes en las decisiones sobre la atención médica adecuada en circunstancias clínicas específicas (428). Las conclusiones de la mayoría de estas EBPCPGs relativo a la efectividad de las intervenciones fisioterapéuticas, tras un ictus, son frecuentemente imprecisas y difíciles de aplicar en la práctica diaria para los profesionales de la fisioterapia (429).

Existe una considerable variabilidad en la calidad de las guías de atención al ictus. Según el sistema de puntuación AGREE (430) la *Scottish Intercollegiate Guideline Network*, *Veterans Affairs/Department of Defence*, la *Royal College of Physicians*, y la *New Zealand Guidelines Group* son las guías con mayor puntuación en todos sus dominios (431). La EBPCPGs de la *Ottawa Panel Evidence-Based Clinical Practice Guidelines for Post-Stroke Rehabilitation* sobre fisioterapia en pacientes postictus ofrece una guía de intervenciones fisioterapéuticas cuantitativa y de alta calidad en sus recomendaciones. Esta guía establece que para que los resultados de las intervenciones fisioterapéuticas, sean clínicamente relevantes ha de existir una mejoría en la puntuación de las escalas de más del 15% del grupo experimental con respecto al grupo control (429).

En nuestro país existe una falta de EBPCPGs específicas de fisioterapia y rehabilitación para los pacientes postictus publicadas en lengua española, sólo

existe una editada por el Colegio de Fisioterapeutas de Andalucía (115) y sólo de acceso para sus colegiados. Dicha falta de EBCPGs dificulta que las intervenciones realizadas en la fisioterapia convencional sean homogéneas en todo el territorio español (389).

Respecto al equilibrio y control postural en bipedestación y marcha en los pacientes neurológicos, el ejercicio físico se ha demostrado que es una forma efectiva de mejorarlo como consecuencia se podría potencialmente mejorar la funcionalidad y reducir el número de caídas (432-435).

Referente al equilibrio en sedestación y el control del tronco no existe evidencia suficiente hasta el momento que permita recomendar una técnica de fisioterapia u otra (436) ningún estudio ha demostrado que una técnica sea superior a otra. La *Royal Dutch Society for Physical Therapy* del año 2014 (414) y la *Stroke Foundation of New Zealand* del año 2010 (437), en su apartado *equilibrio en sedestación* recomiendan ejercicios de alcance de objetos con el brazo no parético con inclinación anterior de la pelvis y tronco, enseñando al paciente a llegar más allá de la longitud del brazo y llegar a ser conscientes de su propia postura corporal, no se describe ninguna terapia más.

La *Royal College of Physicians* del año 2012 no hace ninguna referencia específica sobre el control de tronco y equilibrio en sedestación, lo que si que recomienda con nivel de evidencia 1 que el ejercicio terapéutico mejorar el equilibrio en general (118). En cuanto a la *Ottawa Panel* recomienda con un nivel de evidencia 1 los ejercicios terapéuticos en general y también hace referencia a los ejercicios de alcance pero no se refiere en ningún apartado a los demás ejercicios de tronco o de *Core Stability* (429).

A continuación se enumeran diferentes tratamientos fisioterapéuticos descritos en la literatura científica para mejorar el equilibrio en sedestación:

- La reeducación motora basada en la terapia del neurodesarrollo o Concepto Bobath (438-440).
- El reaprendizaje motor orientado a tareas (418).
- Dispositivos electromecánicos específicos (441) como el *Bon Saïnt Côme device* (151).

- La terapia con un monitor de *visual feed-back* (442).
- La facilitación neuromuscular propioceptiva o técnica de Kabat (443).
- Una combinación de entrenamiento del tronco orientado a tareas más estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (444).
- Una combinación de entrenamiento orientado a tareas más plataforma vibratoria (445).
- Imagen motora (446).
- El entrenamiento de las percepciones somatosensoriales específicas (447).
- La terapia en suspensión para trabajar la musculatura del tronco (448).
- El entrenamiento con simulación de hipoterapia (449).
- El entrenamiento basado en el cambio de peso en bipedestación sobre una superficie inestable (*Balance Pad*) (450).
- Estimulación transcraneal directa (451).
- Plataformas de biorrealimentación postural se observó que no mejora los resultados clínicos de equilibrio y discapacidad (422).
- Los programas de fortalecimiento muscular como pueden ser los ejercicios terapéuticos en el tronco o más recientemente llamados de *Core Stability*. Una de las ventajas de esta terapia, de entre las otras, es que no necesita material complementario sólo una *physio-ball* y se puede realizar sobre la cama del hospital o camilla y cuando el paciente recibe el alta hospitalaria los puede seguir realizando en su domicilio.

#### **3.4.5 Instrumentos de valoración del equilibrio y control del tronco para pacientes adultos postictus**

Es necesario utilizar métodos y escalas objetivas y validadas para identificar los objetivos, planificar el tratamiento y evaluar los resultados tal y como recomienda la guía de la *Royal College of Physicians* (RCP) (118). Los instrumentos de valoración permiten detectar cambios en la evolución del paciente por lo que es importante para la elección del tratamiento y compartir información fácilmente comprensible con otros profesionales. Las escalas individuales utilizadas en fisioterapia neurológica pueden informar a los clínicos sobre los aspectos importantes de problemas en el control motor que necesitan ser tratados para mejorar el nivel de actividad de los pacientes y su independencia.

Existen diferentes escalas validadas para los individuos que han sufrido un ictus para la valoración del equilibrio en general y en sedestación. Las más utilizadas, por los clínicos e investigadores son la *Berg Balance Scale* (BBS) (452,453), *Tinetti Balance Test* (POMA) (454), la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) (405), *Brunel Balance Assessment* (BBA) (455), *Rivermead mobility index* (456) y la *Motor Assessment Scale* (457) todas ellas poseen dominios o ítems que evalúan el equilibrio en sedestación. También están la *BESTest* (339) y la *Four Test Balance Scale* (FTBS) (458).

Referente a las diferentes escalas específicas que valoran sólo el equilibrio en sedestación se encuentran: La *Trunk Impairment Scale* (TIS) (459), la *Function in Sitting test* (FIST) (555), la *Trunk Control Test* (TCT) (460), la *Sit and Reach Test* (SRT) (461) y la adaptación de la PASS-TC (400).

Existen diferentes instrumentos o sistemas de evaluación, aparte de las escalas, del control de tronco y equilibrio en sedestación, como la prueba muscular isocinética (122,124), la valoración manual con el dinamómetro (462), el análisis electromiográfico (131,463), la estimulación magnética transcraneal (464), la tomografía computerizada (126) y las plataformas de fuerza (465).

### **3.4. CORE STABILITY**

Durante mucho tiempo se ha denominado ejercicios de tronco a la actividad de los músculos abdominales y paravertebrales. Actualmente se utiliza más el término *Core*, este término viene del mundo anglosajón como la parte central, el núcleo. Y es que el *Core* se considera que se sitúa en el centro de gravedad del cuerpo, es donde se inician los movimientos. El *Core* se refiere a los grupos musculares del tronco, de la pelvis y de las extremidades para el mantenimiento de la estabilidad de la columna vertebral y de la pelvis ayudando a generar y transferir la fuerza necesaria desde segmentos mayores a los pequeños del cuerpo durante las actividades y movimientos del cuerpo.

El término *Core* fue usado por primera vez en 1983 por Dominguez y Gajda en su libro *Total Body Training* (466). Etimológicamente *Core* significa núcleo, centro o zona media. Durante los años 80 el profesor Bergmark formuló la noción de estabilidad sobre un modelo de columna vertebral con rigidez articular y 40

músculos (467). Más tarde diversos autores siguieron estudiando el concepto de estabilidad y fuerza del *Core* (468-475).

Curiosamente, ya en 1920 Joseph Pilates habló sobre el desarrollo de un "cinturón de fuerza" al aprender a reclutar los músculos profundos del tronco. Incluso sin un conocimiento completo de la anatomía y los beneficios de la investigación sin embargo, era muy consciente de la importancia de estos músculos profundos y del efecto favorable que producían.

El *Core Stability* es la capacidad de controlar la posición y el movimiento de la porción central del cuerpo a través de la actividad muscular de la zona lumbo-pélvica-cadera (476,477). Un correcto estado del *Core* permitirá: una mejora en la distribución del peso corporal, una mejora en la absorción de fuerzas y una mejora en la transferencia de las fuerzas de reacción. El reclutamiento de estos músculos y su sincronización es extremadamente importante para proporcionar estabilidad al tronco (478,479); impide el colapso postural (477,480) permite una postura biomecánicamente corregida (477,480) y crea una base estable para la ejecución de tareas que realizan los miembros superiores e inferiores (329) de forma combinada o secuencial en los tres planos (481-483).

Diversos autores sugieren que el *Core Stability* es la integración de la columna vertebral pasiva, los músculos activos y el control motor, los cuales se combinan y mantienen la columna dentro de un límite de seguridad para realizar las actividades de la vida diaria (474,476,478,484-488). Kibler et al. (481) añadieron además "la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis para permitir la producción óptima, la transferencia y el control de la fuerza y el movimiento a los segmentos terminales en actividades deportivas integradas y de la vida diaria".

Para un óptimo control postural en la posición erecta, incluyendo las compensaciones posturales para la respiración ocasionado por el movimiento del cuerpo, es importante la apropiada activación de los músculos del *Core* (355,489). Para ofrecer una base estable para el movimiento se requiere de una fuerza muscular adecuada, flexibilidad, control motor y propiocepción del *Core* (233,490,491).



El *Core* es el centro de la función de las cadenas cinéticas (478) durante los movimientos dinámicos y actividades de la vida diaria. La co-contracción de la musculatura del *Core* conecta las extremidades superiores con las inferiores, via sistema fascial abdominal, para que éstas funcionen de manera eficiente y eficaz (478,481,492,493) durante la realización de las actividades de la vida diaria y capacidades profesionales su debilidad puede interrumpir dichas transferencias (476,481,487,494).

La *cadena cinética* se define como un sistema de enlace en el que los segmentos corporales responden de una forma secuencial con una fuerza y tono que son dependientes el uno del otro, lo que permite movimientos coordinados y eficientes (495). El modelo de cadena cinética se basa en la secuenciación de los patrones de actividad muscular que va desde proximal a distal. Cada movimiento se realiza a expensas del engranaje perfecto entre articulaciones sucesivas.

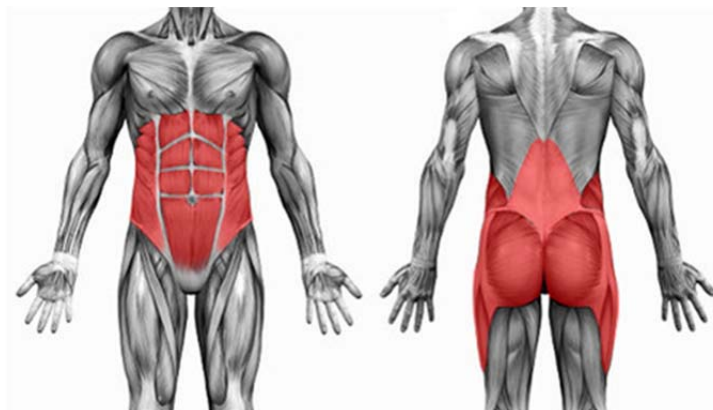
La energía muscular se inicia en los segmentos proximales o sea los músculos del *Core* y posteriormente se transfiere el impulso a segmentos más distales las extremidades (481,486,496).

### **3.4.1 Anatomía funcional del Core**

La caja torácica y la columna vertebral se denominan colectivamente como el tronco; las cinturas escapulares conectan las extremidades superiores con éste y la cintura pélvica conecta las extremidades inferiores al tronco (497). Los músculos inferiores del tronco o *Core* son más posturales están más involucrados en el mantenimiento del equilibrio del tronco, mientras que los músculos superiores son más activos para contrarrestar la reacción de las fuerzas generadas por el inicio del movimiento.

El *Core* está situado en la parte central del cuerpo (región lumbo-pélvica-cadera) que incluye más de 29 pares de músculos que estabilizan la columna vertebral, la región abdominal, la pelvis y la cadena cinética durante los movimientos funcionales (484,488,498,499). Más que un concepto anatómico es funcional ya que engloba estructuras musculares, osteo-ligamentosas y de control motor (474). El *Core* se describe como un cilindro de doble pared muscular o caja, donde el techo sería el diafragma, la pared anterior los abdominales, la pared posterior el

glúteo mayor y los paravertebrales, pared lateral el glúteo medio y menor y en la parte inferior se encuentra el suelo pélvico (487,500,501) (Figura 13).



**Figura 13 Límites del Core Stability.**

Fuente: *Strength Training Anatomy-3rd Edition* Delavier Frederic (502)

La acción de estos músculos son la de contraerse secuencialmente, lo cual genera una presión en la cavidad abdominal (es decir, en la órganos internos o vísceras) ofreciendo apoyo a la columna vertebral y la pelvis durante el movimiento (503). Sin estos músculos, la columna se convertiría en mecánicamente inestable con fuerzas de compresión de tan sólo 90 N (una carga mucho menor que el peso de la parte superior del cuerpo) (504-507). Este hecho, revela la importancia del sistema neuromuscular en el control de la estabilidad de la columna vertebral. Cuando el sistema funciona como debería, el resultado es una distribución de la fuerza apropiada y máxima generación de fuerzas de compresión con una mínima fuerza traslacional o de cizallamiento en las articulaciones de la cadena cinética (492).

### **3.4.2 Sistemas de estabilidad de la columna vertebral**

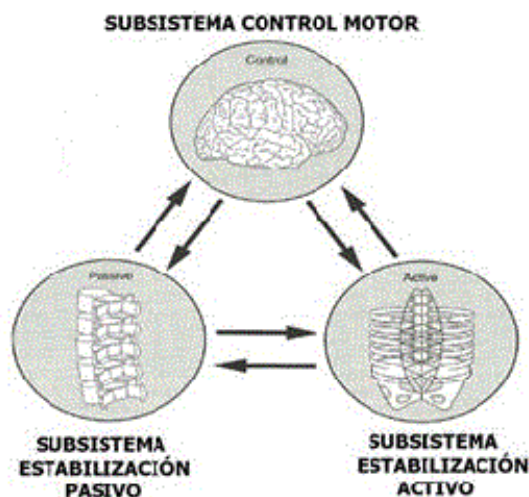
Bajo condiciones normales los tres subsistemas (pasivo, los músculos activos y la unidad de control motor) trabajan en armonía y proporcionan la estabilidad mecánica necesaria. Los diferentes componentes de la columna vertebral generan información sobre el estado mecánico de ésta como la posición, la carga y el movimiento de cada vértebra de una forma dinámica. La unidad de control motor calcula la estabilidad necesaria y genera el patrón muscular adecuado para cada demanda.

La estabilidad corporal depende del control motor del desplazamiento de todos los segmentos corporales durante el movimiento. La estabilidad del *Core* se relaciona con la habilidad del cuerpo para estabilizar el tronco en respuesta a un disturbio interno o externo. Cuando la pierna se mueve hay fuerzas reactivas en la columna que son paralelas y opuestas a las producidas por el movimiento (478).

### **3.4.2.1 Subsistema pasivo o estático**

La estabilidad pasiva de la columna lumbar la provee el hueso, las facetas articulares entre vértebras adyacentes, pedículos, láminas y *pars-interarticularis*, los discos intervertebrales y los ligamentos. El desplazamiento de las articulaciones vertebrales sin la resistencia pasiva de los ligamentos y discos intervertebrales es aproximadamente de 1° o 2° en cada plano (474,476) esto es la denominada *zona neutral* (región central del recorrido articular donde los elementos de contención pasivos no actúan). El movimiento más allá de la zona neutral requiere de la participación de los diferentes mecanismos de estabilización para preservar la estabilidad vertebral.

El subsistema pasivo es particularmente importante hacia los puntos finales de la zona neutral, en cuyo punto los ligamentos vertebrales limitan el movimiento y desarrollan la tensión reactiva para resistir el movimiento. Los ligamentos vertebrales están equipados con propioceptores que retroalimentan al sistema sensorial para que el SNC sepa en todo momento, la posición y el movimiento de la columna vertebral (476). Esta retroalimentación sensorial es crucial para estimular los patrones motores específicos de contracción de la musculatura del *Core* para satisfacer las demandas de la actividad.



**Figura 14** Los tres sistemas que contribuyen a la estabilidad lumbo-pélvica.

Fuente: *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain. 2ª edición* Richardson C.; Hodges P.; Hides (496)

### 3.4.2.2 Subsistema muscular activo

Cuando se habla de estabilidad se hace referencia a la habilidad de estabilizar la columna como resultado de una acción muscular, utilizar la fuerza y la resistencia de una manera funcional a través de todos los planos de movilidad y acción a pesar de los cambios en el CG (484).

Esta estabilidad *activa* proviene de tres mecanismos: la tensión de la fascia toracolumbar (FTL), el mecanismo de la presión intra-abdominal y la función de los músculos estabilizadores (locales y globales) según los clasificó Bergmark (467).

a- La FTL está formada por una red de membranas que envuelven la musculatura de la espalda en la porción interna se une al sacro, por fuera a las costillas y la fascia intercostal y por arriba, al ligamento cervical posterior. Sirve para estabilizar la columna vertebral transfiriendo la fuerza entre los músculos y los ligamentos durante la inclinación anterior del tronco o al levantarse desde una posición de flexión hacia delante (478). La FTL proporciona un apoyo a la tracción de la columna lumbar a través de la actividad muscular profunda del tronco y también ofrece un vínculo entre la extremidad inferior y el miembro superior (508). En contacto con la FTL están el transverso abdominal (TrA) y el oblicuo interno (OI) además, el aumento de la tensión de la FTL comprime los músculos erector de la

columna y multifídus (MF) animando a éstos a que se contraigan para resistir las fuerzas de la columna vertebral en flexión (509). Consecuentemente la musculatura del *Core* y la FTL juegan un papel importante en la rotación y la transferencia de cargas y estabilidad de la región lumbopélvica (510).

b- *La presión intra-abdominal* contribuye a la estabilidad espinal (511,512). Los músculos OI y oblicuo externo (OE), el TrA, el diafragma y los músculos del suelo pélvico junto a la FTL contribuyen en gran medida a la generación de la presión intra-abdominal (481,488,513). La contracción del TrA solamente puede producir una acción *meter hacia dentro la pared abdominal* lo que aumenta la presión intra-abdominal ayudando así a la estabilidad lumbar (330). En esta contracción se produce la elevación de las vísceras contra un diafragma tenso para mantener la respiración debido a que se inserta a nivel de la 2ª y 3ª vertebra lumbar (514).

El TrA es el músculo abdominal más estudiado (515) porque sus fibras profundas junto con las de los MF se conectan y se activan antes que cualquier otro músculo (516,517). El TrA se activa 30 milisegundos antes que el movimiento del hombro y 110 milisegundos antes del movimiento de la extremidad inferior (492). Las fibras profundas se activan ante un estímulo visual y movimientos de las extremidades inferiores y superiores (500) e independientemente de la dirección del movimiento para controlar el movimiento intervertebral (518).

Cuando se contrae el TrA se alarga la columna vertebral de forma axial ayuda en la flexión de la columna y la rotación y literalmente descomprime la columna lumbar (519). También ayuda en la respiración y se contrae cuando se exhala aire, al reír, estornudar, toser y es el músculo que reduce el diámetro de la cintura (513). La actividad tónica del TrA ha sido observada en sujetos sanos durante la marcha (520) y participa en la estabilización activa del tronco (330,521).

c- *La función de los músculos estabilizadores se dividen en dos* (467):

➤ *Los músculos estabilizadores locales o intrínsecos* del tronco (500) son pequeños y están formados por fascículos longitudinales que son tanto más cortos cuanto más profundamente están situados y proporcionan rigidez intersegmental entre vértebras adyacentes son los: MF, rotadores, interespinales e intertransversales (522). Poseen una gran cantidad de husos musculares (475) y

un alto porcentaje de fibras tipo I (523) su función principal es la de coordinación y el control de los segmentos móviles (478). Estos músculos junto al TrA y FTL se asocian y forman la estabilidad segmentaria de la columna lumbar durante los movimientos del cuerpo entero y donde los ajustes posturales son requeridos (285,336,524). Es importante entrenarlos después del ictus para que trabajen de forma simétrica y coordinada junto al TrA (516,522).

Los músculos locales del *Core* con ayuda de la FTL, se contraen antes que los músculos globales y anticipan las fuerzas dinámicas que pueden actuar sobre la columna lumbar y estabilizan la zona antes de realizar cualquier movimiento de las extremidades (337,496,525). Esto se fundamenta en la ley de Henneman *size principle*, que establece que las fibras tipo I o lentas son reclutadas antes que las tipo II o rápidas sea cual sea el tipo de movimiento (526). Junto a la co-contracción del TrA y MF se coactiva la musculatura del suelo pélvico (527).

La principal función de estos músculos es la retroalimentación sensorial que facilita la coactivación de los músculos superficiales más grandes. Son cruciales para estimular los patrones motores específicos de contracción de la musculatura del *Core* para satisfacer las demandas de la actividad (474,528) es lo que se llama la *faja abdominal* (475).

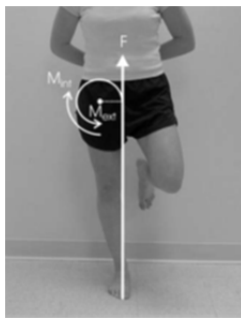
➤ *Los músculos estabilizadores globales o extrínsecos* del tronco incluyen los músculos de la región abdominal, lumbar y pélvica y proporcionan rigidez multi-segmental en un rango mayor y actúan como máquinas motrices durante las actividades dinámicas. Tienen los brazos más largos del momento de fuerza, así como grandes áreas de sección transversal, poseen fibras del tipo II (467,492,529) son:

- El *erector espinal* está compuesto por dos grandes músculos el *longissimus* e *ileocostalis*. Estos son en realidad los músculos principalmente torácicos que actúan sobre la región lumbar a través de un largo tendón que conecta a la pelvis son los que producen la extensión de la columna lumbar (530).
- El *cuadrado lumbar* es un músculo delgado, largo y cuadrangular y tiene gran importancia ya que es el mayor estabilizador lateral de la columna y trabaja isométricamente junto con los abdominales (479,486,518). Aunque la

activación unilateral de este músculo eleva la pelvis ipsilateral, la co-contracción con su homólogo contralateral endurece notablemente la columna vertebral lumbar y es especialmente activo en las actividades que se realizan de forma vertical, es un músculo básicamente postural (492).

- El *oblicuo externo* (OE) y el *oblicuo interno* (OI) ayudan a aumentar la presión intraabdominal (530) cuando se activan simultáneamente con su antagonista (477). El OE actúa como un control de inclinación anterior de la pelvis (475) además, actúa excéntricamente en extensión y torsión lumbar (531). Los dos músculos actúan en las posturas de flexión lateral y rotación del tronco (470,532), especialmente el OI desempeña un papel relevante en la estabilización activa del tronco (533).
- El *recto anterior del abdomen* situado en la pared anterior del abdomen es el flexor principal de la columna lumbar ya que sus fibras musculares se acortan en la dirección de la flexión sagital del raquis (470,475,533).
- *Musculatura de la cintura pélvica y cadera* juegan un papel importante dentro de la cadena cinética en particular para todas las actividades ambulatorias en la estabilización de tronco y pelvis y en transferir la fuerza de las extremidades inferiores a la pelvis y la columna (534). Los músculos implicados son: el glúteo mayor, importante en la transferencia de fuerzas de la extremidad inferior al tronco (477,511,535), el glúteo medio, glúteo menor, tensor de la fascia lata, piriforme (superior e inferior), gémimo (superior e inferior), recto anterior del cuádriceps femoral, isquiosurales, obturador externo e interno, sartorio, *latissimus dorsi* y psoas ilíaco mayor y menor (536).

En realidad, el glúteo medio y menor son los principales estabilizadores de la cadera durante los movimientos en cadena abierta ya que abducen la cadera sin embargo, el movimiento en cadena cerrada como durante el apoyo unipodal (Figura 15) ayudan en el mantenimiento del nivel horizontal de la pelvis (477).



**Figura 15. Ejercicio de Core lateral.**

La fuerza de reacción vertical del suelo (**F**) se encuentra medial al centro de la articulación de la cadera durante el apoyo monopodal, creando un momento de abducción externo ( $M_{ext}$ ) que debe ser contrarrestado por un momento igual creado por la musculatura el Core lateral ( $M_{int}$ ) para evitar el movimiento de aducción femoral. Fuente: *Core stability and its relationship to lower extremity function and injury* Willson (477).

El psoas-íliaco es un músculo grande y grueso cuya principal acción es la flexión de la cadera, su acortamiento puede inhibir el glúteo mayor (492) y sus sitios de unión en la columna lumbar le dan el potencial para ayudar en la biomecánica de la columna vertebral.

Los músculos mediales de la cadera incluyen el aductor mayor, aductor largo, aductor menor y pectíneo (290). Estos músculos son importantes para el movimiento de la cadera pero su contribución al Core puede ser menor que la de sus homólogos laterales. En parte porque el momento de fuerza de abducción femoral externo durante el apoyo unilateral es muy pequeño.

### **3.4.2.3 La unidad de control motor**

Este subsistema controla el reclutamiento de la musculatura del Core a través de los mecanismos de retroalimentación o *feedback* y ajustes posturales anticipatorios (APAs) o *feedforward* (anteriormente detallado).

Los músculos globales del Core son realmente los responsables de la rigidificación de la columna y evitan la flexión del tronco (477). La estabilidad y el movimiento dependen de la coordinación de todos los músculos que están alrededor de la columna lumbar y para adquirir esta co-contracción se precisa una entrada y una salida neural la cual se refiere a la facilitación neuromuscular propioceptiva (475).



La estabilidad de la columna vertebral y por lo tanto la eficacia de la transferencia de los pares y del momento angular a través de la cadena cinética es dependiente de los patrones de activación secuencial en la musculatura del *Core*. Un solo músculo no puede ser considerado como estabilizador primario y la combinación adecuada y la intensidad de la activación muscular dependen de factores tales como la postura, las fuerzas externas, la velocidad del movimiento y la fatiga. Además, cuando las actividades cambian la retroalimentación sensorial puede cambiar la combinación y la intensidad de activación muscular que permite la combinación óptima de estabilidad y movilidad de la columna (476,528).

La estabilidad de la columna es dependiente de la apropiada combinación entre la intensidad de la activación muscular y la generación de presión intra-abdominal. Para optimizar la estabilidad de la columna la co-activación global de la musculatura abdominal *abdominal bracing* o refuerzo abdominal isométrico y las pequeñas cargas de peso en una postura vertical (537) parece ser más efectiva que las maniobras de hundimiento abdominal de la musculatura profunda *abdominal hollowing* (538).

En resumen, la estabilidad de la columna depende de la adecuada combinación y de la intensidad de la activación muscular y de la generación de la presión intra-abdominal. Un solo músculo o estructura no puede ser señalado como el más importante, la apropiada combinación y la intensidad de la activación muscular dependen de las demandas de la actividad.

### **3.4.3 Ejercicios de Core Stability**

No existe en la literatura científica un programa o protocolo estándar de ejercicios de *Core Stability* (CSEs), existen diversas pautas basadas en los trabajos de diferentes autores (466,475,486,492,539,540). En la realización de los ejercicios es importante utilizar estímulos y maniobras que enfatizan en un adecuado nivel de activación de la musculatura profunda del *Core*. No hay un único ejercicio que estimule global y funcionalmente toda la musculatura del *Core* por lo que parece clave el profundizar en factores relacionados con la prescripción de los movimientos y la dosis de entrenamiento adecuado para lograrlo (541).

Los CSEs pueden ser realizados en diferentes posiciones como puede ser en decúbito prono (Figura 16), en decúbito lateral horizontal (Figura 17), en cuadrupedia (Figura 18), en decúbito supino (Figura 19) y en bipedestación (Figura 20). Es importante evitar en lo posible los ejercicios que activen los flexores coxofemorales durante la realización de los CSEs (542) para aumentar la eficacia de la musculatura abdominal.

Este tipo de entrenamiento, en un principio, fue diseñado para deportistas y pacientes con patología lumbar y generalmente tienen una progresión que va desde los ejercicios de menor a mayor dificultad.



Figura 16



Figura 17



Figura 18



Figura 19



Figura 20

Fuente: Figuras de la 17-21. *Muscular balance, core stability and injury prevention for middle-and long-distance runners* Fredericson (492)

### Ejercicios de Core Stability con superficies inestables

El entrenamiento del CSEs en entornos inestables refleja el papel estabilizador de la musculatura a expensas de la producción de la fuerza funcional (478). El objetivo de tales métodos de entrenamiento es que el individuo se adapte a una superficie inestable mejore la fuerza y la coordinación (543). Uno de estos entornos inestables puede ser los ejercicios realizados sobre una *physio-ball*, lo

cual hace aumentar las demandas posturales causando un aumento en la activación muscular del *Core* para mantener el control durante la ejecución del ejercicio (492,544,545).

Dichos programas de entrenamiento de CSEs sobre superficies inestables producen un aumento de la fuerza debido a las adaptaciones neuronales (546) al desafiar en mayor medida al sistema neuromuscular (547). Rutherford y Jones (548) sugirieron que la adaptación neuronal específica que ocurre con el entrenamiento no fue mayor en el reclutamiento o la activación de las UMs pero si en una mejor coordinación de agonista, antagonista, sinergista y estabilizadores.

Por otro lado, Marshall y Murphy realizaron un estudio en el cual la actividad se incrementó en el recto anterior del abdomen, TrA y el OI mientras se realizan los ejercicios sobre la *physio-ball* comparados con ejercicios en superficies estables (545). Las ganancias de fuerza se pueden atribuir tanto en el aumento del área de la sección transversal en el músculo como a mejoras en la coordinación neuromuscular (497). Vera-Garcia también indicó que la actividad en el recto anterior del abdomen y en el OE aumentaba con la *physio-ball* en respecto a una superficie estable (544).

Los ejercicios de CSEs sobre una *physio-ball* pueden realizarse en cuadrupedia en contacto con el abdomen (Figura 21) o con la espalda (Figura 22), en sedestación (Figura 23) y también se pueden realizar en decúbito supino con las piernas apoyadas sobre la pelota (Figura 24).

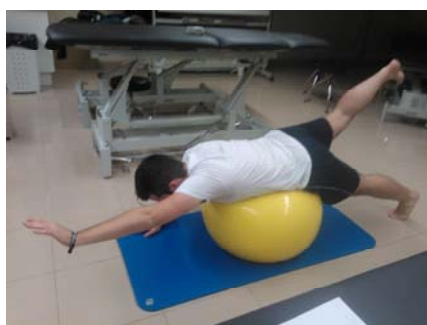


Figura 21

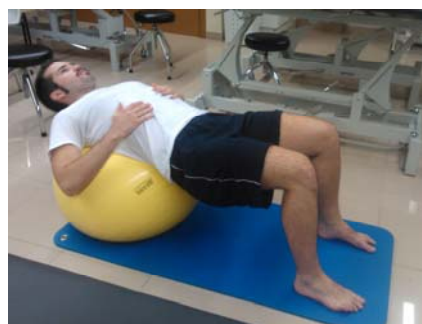


Figura 22



Figura 23



Figura 24

### Ejercicios de Core Stability adaptados para pacientes postictus

Todos los ejercicios de *Core Stability* que realizan las personas sanas no pueden ser ejecutados por pacientes postictus. Dichos ejercicios necesitan ser adaptados a las características que presentan dichos pacientes, ya que cuando están en una fase subaguda (como se ha descrito anteriormente) presentan habitualmente debilidad muscular en todo un hemicuerpo, falta de sensibilidad y consecuentemente falta de equilibrio, por lo cual resulta muy difícil realizar los CSEs en decúbito prono, cuadrupedia, decúbito lateral horizontal y en bipedestación. Los CSEs en decúbito supino, sedestación y sobre una *physio-ball* Los pueden realizar con la ayuda de un fisioterapeuta que les facilitará el movimiento para una correcta ejecución o modificando el entorno (Figura 25).



Figura 25

Los primeros autores que investigaron sobre el entrenamiento del tronco o *Core* con ejercicios musculares y movimientos selectivos en pacientes postictus en la fase subaguda fueron Howe (549), Verheyden (550), Kumar (551), Saeys (552),

Yoo (553) y Karthikbabu (554) los cuales realizaron diferentes adaptaciones. Proporcionaron ayuda al paciente manteniendo la extremidad afectada del paciente para mantener diversas posiciones y los ejercicios se realizaron en decúbito supino y sedestación, aunque Yoo (553) incorporó dos ejercicios en decúbito prono y en cuadrupedia.

Otros investigadores como Pollock (555), Mudie (556), Dean (557) e Ibrahim (558) hicieron una propuesta de entrenamiento del tronco o *Core* que consistía en realizar tareas de alcance en tres direcciones: hacia delante, hacia el lado contralateral e ipsilateral con el brazo no afecto extendido a la altura del hombro y con los pies tocando el suelo. De esta forma el eje del movimiento estaba en las caderas y el tronco se mantenía erguido sin flexionarse (Figura 26).



Figura 26

## **4-JUSTIFICACIÓN**

---



El aumento continuado de la esperanza de vida debido a la disminución de la mortalidad en los últimos decenios, principalmente en los países más desarrollados, tiene importantes consecuencias socio-sanitarias entre ellas el aumento relativo de personas en edades más avanzadas y la modificación del patrón de enfermedad con un predominio de las enfermedades crónicas y de la discapacidad asociada a las mismas (559).

Con el aumento de la esperanza de vida aumentan también la incapacidad y la dependencia sobre todo en personas mayores producida por el ictus. La proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años aumentará entre los años 2000 y 2050 pasando del 11% al 22%. En números absolutos este grupo de edad pasará de 605 a 2000 millones en el transcurso de medio siglo (560). La OMS prevé que la población en España en el año 2050 será una de las poblaciones más envejecidas del mundo (561). Según sus estimaciones y teniendo en cuenta que ese año la población mayor de 65 años representará el 46% del total casi la mitad podría sufrir un ictus. Actualmente las tres cuartas partes de los ictus afectan a pacientes mayores de 65 años (561).

Las enfermedades cardiovasculares, entre ellas el ictus, son una de las principales causas de discapacidad y mortalidad alrededor del mundo. En el año 2013 ingresaron en un centro debido a un ictus 15.070 personas en Cataluña, lo que representa un incremento del 7% respecto del año 2005 (562).

Según datos de la SEN, el ictus ocupa uno de los primeros puestos como responsable de discapacidad y dependencia ya que los afectados pueden perder su autonomía y funcionalidad en diversos grados. Es además una de las principales causas de baja laboral. En 2014 esta patología fue una de las que más gasto acarreó a los sistemas sanitarios de Europa, contabilizando el gasto anual medio por paciente y el reembolso total de gastos de discapacidad y dependencia a largo plazo. Se estima que el ictus consume entre el 3-4 % del gasto sanitario en países de rentas elevadas, distribuyéndose el 76% de los costes en el primer año tras el evento, concentrándose en costes hospitalarios (563). Teniendo en cuenta que el mayor coste del ictus es la discapacidad, si esta disminuye se reduce el coste sanitario (564,565).



El determinante más importante del coste del ictus es el estado de discapacidad, por lo que cualquier intervención en fase aguda y subaguda que reduzca la discapacidad será probablemente coste-efectiva (566). Después de sufrir un ictus y superar la fase hiperaguda la única posibilidad de mejora del paciente es poder realizar un buen programa de neurorehabilitación, donde la fisioterapia juega un papel destacado. Dicho tratamiento de fisioterapia debe empezar lo antes posible para aprovechar la neuroplasticidad existente de los primeros meses después del ictus.

El interés inicial de llevar a cabo este trabajo surge de la importancia de dotar a la fase de recuperación y neurorehabilitación del ictus un lugar notorio ya que ha recibido relativamente escasa atención científica (114) aunque parece que en estos últimos cinco años ha aumentado el número de publicaciones de buena calidad referente a este tema. En España la investigación en el ámbito de la Fisioterapia Neurológica, en concreto en pacientes postictus, está en una fase muy incipiente si bien en el ámbito amplio de la Neurorehabilitación existen algunos estudios más.

Para poder llevar una vida independiente por parte del paciente y realizar actividades de la vida diaria como puede ser peinarse, vestirse o asearse, el control del tronco y equilibrio en sedestación son requisitos indispensables. Por tanto este será el primer objetivo a conseguir dentro del tratamiento en la fisioterapia neurológica.

Existe una fuerte evidencia de que el control de tronco y equilibrio en sedestación son predictores del futuro estado funcional de los supervivientes a un ictus. Por el contrario, hay poca evidencia acerca del efecto que produce el entrenamiento del tronco mediante ejercicios terapéuticos musculares. Sí hay indicios de que existe una transferencia positiva entre el equilibrio del tronco y la marcha (567,568).

Según Seo (130) a medida que las secuelas de los pacientes con ictus van avanzando hacia la fase crónica, más aumenta la disimetría de los músculos abdominales, especialmente en el transversal del abdomen. Estos hallazgos pueden hacer pensar que si se trabaja dicha musculatura abdominal en la fase

subaguda del ictus y se sigue trabajando en fases posteriores dicha asimetría no se produciría o en todo caso disminuiría.

Para determinar el grado de evidencia existente hasta el momento sobre la efectividad de los ejercicios de tronco o *Core Stability* en la mejora del control de tronco y equilibrio dinámico en sedestación se buscó en las diferentes bases de datos bibliográficas si había publicada una revisión sistemática al respecto. Al constatar que no existía ninguna se puso de manifiesto la necesidad de realizar una revisión sistemática (569).

Una vez realizada la revisión se detectaron deficiencias metodológicas de los estudios en la misma, como por ejemplo el número reducido de participantes, la edad de los individuos (más jóvenes que la media española de los pacientes con ictus), todos los estudios eran unicéntricos, la progresión y descripción de los ejercicios no estaba bien definida, la falta de enmascaramiento (especialmente en cuanto a la evaluación de los resultados) y la pauta o dosis óptima de la intervención experimental. Es por ello que se decidió diseñar y realizar un ensayo clínico aleatorio (ECA) para solventar las deficiencias metodológicas detectadas y proporcionar una evidencia y de mayor calidad sobre los efectos de los ejercicios de tronco o *Core Stability*.

Uno de los puntos que toma gran importancia es la prescripción y dosis adecuada así como la necesidad de establecer un protocolo bien definido y apropiado a las necesidades que presentan los individuos supervivientes a un ictus en la fase aguda y subaguda. Actualmente las pocas guías de práctica clínica sobre el tratamiento del ictus no proporcionan información detallada respecto a como tratar el control de tronco y equilibrio en sedestación para mejorar su capacidad funcional. Es por ello que resulta necesario desarrollar un protocolo de intervención bien detallado y definido para este tipo de pacientes.

Así mismo, esta misma revisión también sirvió para detectar la falta de consenso entre los autores de los estudios en cuanto a la elección de herramientas para evaluar y medir el control de tronco y equilibrio en sedestación en los pacientes postictus. De las diversas escalas utilizadas para valorar el equilibrio y control postural en dichos pacientes se pudo observar que ninguna estaba validada a la

lengua española, hecho que fue determinante para tomar la decisión de realizar dos sendos estudios para validar y traducir dos de ellas que se utilizarían, posteriormente en el ECA realizado. Estas escalas fueron la TIS 2.0 y la PASS. La primera evalúa el control de tronco y equilibrio en sedestación y valora la calidad del movimiento mientras que la segunda valora el control postural y es especialmente sensible en los tres primeros meses después del ictus. Las dos escalas evalúan a nivel de la función y la estructura corporal según la clasificación de la CIF (559).

La evaluación de los pacientes mediante escalas viene determinada por la necesidad de poder realizar una valoración funcional de los mismos. Lo que principalmente cuenta para los pacientes es lo que ellos pueden hacer actualmente en la vida diaria, comparado con lo que quieren o fueron capaces de hacer. La vida de cada día consiste en una multitud de labores que están integradas y son difíciles de separar. Ello explica la necesidad de incluir las escalas funcionales en la valoración de los pacientes con ictus para evaluar su estado funcional (570). Esto resulta particularmente relevante en el contexto de ensayos clínicos que evalúan la efectividad de intervenciones de fisioterapia en pacientes con ictus, entre ellas las basadas en ejercicios de *Core Stability* donde se precisa de herramientas validadas que midan de forma fiable y precisa el impacto de las intervenciones evaluadas sobre la capacidad funcional. La multitud de herramientas disponibles, algunas de ellas no validadas, dificulta la interpretación de los resultados de la investigación y la toma de decisiones basadas en la evidencia.

# **5-HIPÓTESIS**

---



El entrenamiento del tronco o *Core* mediante ejercicios musculares de ejercicios de tronco o *Core Stability* mejoran el control y la función del tronco y el equilibrio dinámico en sedestación en la fase subaguda del ictus, los cuales son prerequisites indispensables para obtener un óptimo equilibrio y control postural en la bipedestación, la marcha y las actividades de la vida diaria.

Las versiones españolas de las escalas PASS y TIS 2.0 son válidas y fiables para valorar el equilibrio en sedestación y el control postural en pacientes postictus.



## **6-OBJETIVOS**

---





**Objetivo general nº 1:**

- Evaluar la evidencia existente hasta el momento referente al entrenamiento del tronco basado en ejercicios musculares, sin ayuda de dispositivos electromecánicos, para mejorar el equilibrio funcional en sedestación, control y rendimiento del tronco, equilibrio en bipedestación, marcha, actividades de la vida diaria, movilidad y calidad de vida en los pacientes postictus.

**Objetivos específicos nº 1:**

- Revisar sistemáticamente la evidencia disponible proveniente de ECAs publicados que evalúen el efecto de los ejercicios musculares realizados en el tronco, ya sea en sedestación o decúbito supino y cuya finalidad principal fuera mejorar el equilibrio en sedestación.
- Describir las características y evaluar la calidad metodológica de los ECAs publicados hasta la fecha que evalúan el efecto de esta intervención fisioterapéutica.

**Objetivo general nº 2:**

- Traducir y validar a la lengua española las escalas *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) y la *Trunk Impairment Scale* version 2.0 (TIS 2.0.) para la valoración del equilibrio en sedestación y el control postural en general para pacientes postictus.

**Objetivos específicos nº 2:**

- Traducir y retrotraducir las escalas siguiendo los criterios de Streiner y Norman.
- Analizar la validez de constructo y la fiabilidad intra e interobservador de las versiones españolas de la PASS y la TIS 2.0.

**Objetivo general nº 3:**

- Evaluar el efecto que produce un tratamiento fisioterapéutico basado en el entrenamiento de tronco o de Core Stability a través de ejercicios musculares para mejorar el control de tronco y equilibrio dinámico en sedestación de en la fase subaguda del ictus.

**Objetivos específicos nº 3**

- Evaluar el efecto de transferencia o carry over que producen dichos ejercicios de Core Stability en el equilibrio en bipedestación, marcha y en las actividades de la vida diaria (ADL) en la fase subaguda del ictus.

# **7-MATERIAL Y MÉTODOS**

---



Tal y como se ha mencionado previamente, ésta tesis se ha configurado como compendio de 4 publicaciones. La metodología por lo tanto es la necesaria para responder a los objetivos enumerados anteriormente y que corresponden a cada una de las cuatro publicaciones.

El primer paso en esta tesis consistió en la realización de una revisión sistemática (RS) para identificar y evaluar críticamente la evidencia disponible hasta el momento referente a la efectividad del entrenamiento del tronco con ejercicios musculares terapéuticos para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco en los pacientes que han sufrido un ictus. A partir de las deficiencias metodológicas detectadas en los estudios de la RS se diseñó un ensayo clínico aleatorio (ECA).

Dicha RS también sirvió para detectar la ausencia de escalas validadas al español para valorar el equilibrio y control postural para este tipo de pacientes. Ello condujo a traducir y validar a la lengua española dos de las escalas ampliamente utilizadas en fisioterapia neurológica.

### **Publicación 1**

#### ***Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke. A systematic review***

En este estudio no se utilizó el término ejercicios de *Core Stability* (CSEs). En su lugar se denominó entrenamiento del tronco con ejercicios (*Trunk training exercises*), ya que en el momento del diseño del estudio, era la terminología más utilizada para referirse a este tipo de intervención fisioterapéutica. Actualmente, la comunidad científica se decanta más por utilizar CSEs ya que se trata de un término más específico porque fundamentalmente en estos ejercicios se trabaja sobre los grupos musculares de la parte más baja de la columna vertebral, pelvis y cadera que son los más posturales del tronco.

### ***Diseño***

Una revisión sistemática (RS).

### ***Criterios de selección de los estudios incluidos***

- *Tipo de estudio:* Ensayo clínico aleatorio (ECA).
- *Tipo de participantes:* Adultos ( $\geq 18$  años de edad) que han sufrido su primer episodio de ictus y que se encontraban en la fase subaguda ( $\leq$  tres meses), tardía ( $>3$  meses  $<6$  meses) o crónica ( $>6$  meses). Éste podía ser isquémico o hemorrágico, sin ninguna otra enfermedad neurológica que pudiera afectar el equilibrio, sin problemas ortopédicos que afectaran a su capacidad funcional, ni al mantenimiento de una posición en sedestación, ni realizar tareas de alcance con al menos un brazo, sin problemas visuales que pudieran interferir con su capacidad para recoger objetos, sin heminegligencia y por último que fueran capaces de entender las instrucciones.
- *Tipo de intervención:* Se incluyeron todos los ECA que evaluaban el entrenamiento de ejercicios de tronco (TTE), realizados en sedestación y decúbito supino, ya sea en una superficie estable o inestable y cuyo objetivo principal del estudio fuera mejorar la función del tronco y el equilibrio en sedestación, realizados, o no, de forma complementaria fisioterapia convencional. Los TTE se subdividieron en dos grupos: en ejercicios de alcance denominados *Sitting Training Protocol* y movimientos selectivos del tronco de la parte superior e inferior del tronco. Los TTE se compararon con un grupo control que podía consistir en otro tipo de fisioterapia convencional basada en diferentes principios, en un grupo control activo o una terapia que simulaba a la del grupo intervención. Se excluyeron los ECAs realizados con cualquier dispositivo electromecánico, incluyendo *biofeedback*, la robótica y la estimulación eléctrica funcional.
- *Tipo de medidas de desenlace:* Se definió la medida de desenlace principal como el equilibrio en sedestación, tanto estático como dinámico, el rendimiento y la coordinación del tronco. Dichas variables fueron evaluadas con la *Trunk Impairment Scale* (TIS) (459), el *Reach Test* modificado (461) y con una plataforma de fuerzas (465). Como variables secundarias: Equilibrio en bipedestación evaluado con la *Berg Balance Scale* (BBS) (452,453), *Brunel Balance Assessment* (BBA) (455), escala de Tinetti o POMA (454), test de

Romberg, plataforma de fuerzas (465), *Four Test Balance Scale* (FTBS) (458) y la marcha con el test 10 metros caminar (571), *Dynamic Gait Index* (DGI) (572) y *Functional Ambulation Categories* (FAC) (573).

### **Estrategia de búsqueda**

Dos revisores por separado seleccionaron los estudios que fueron identificados a partir de una búsqueda electrónica exhaustiva realizada en las siguientes bases de datos: *The Cochrane library*, PubMed/Medline, EMBASE, CINAHL, PEDro (574), REHABDATA Database, Scielo, Scopus, Web of Science y con el uso de los metabuscadores Trip Database y Epistemonikos. La estrategia de búsqueda que se utilizó para PubMed/Medline (véase publicación nº 1) sirvió luego, convenientemente adaptada, para la búsqueda en otras bases de datos. La búsqueda electrónica abarcó desde 1966 hasta Noviembre de 2012.

### **Descripción de los estudios**

Los estudios incluidos en la revisión fueron descritos y la información presentada y resumida en forma de tabla, con detalles acerca de las características de las poblaciones de estudio, la modalidad específica de la intervención y control aplicadas, las variables de resultado (con su definición o métodos de medida empleados) analizadas en cada estudio y los métodos del estudio (575).

### **Calidad de los estudios**

Para la evaluación de la calidad de los estudios se utilizó la escala PEDro, ya que posee suficiente fiabilidad para ser utilizada en las RS de fisioterapia (576). Los ítems valorados por esta escala están en relación con la asignación de los tratamientos, la ocultación de la secuencia de las asignaciones, el enmascaramiento de las intervenciones a los participantes y/o los evaluadores de los resultados, la similitud de las características basales de los grupos de estudio, las pérdidas y abandonos que no superaran el 15% y su manejo en el análisis de los resultados, la aplicación de un mismo cronograma de las evaluaciones, o el adecuado cumplimiento de la intervención terapéutica. La puntuación máxima de la escala son 10 puntos, pero en los estudios de fisioterapia resulta muy difícil cegar al paciente y al terapeuta (577) ya que las intervenciones se basan en



métodos complejos y diseños específicos (578). Por tanto los estudios en este contexto que suman una puntuación de 8 puntos son considerados de buena calidad.

### ***Análisis de los datos***

De ser posible, los resultados serían combinados entre los estudios, obteniéndose medidas combinadas del efecto con sus respectivos intervalos de confianza del 95%. De lo contrario, ya sea por la presencia de una excesiva heterogeneidad entre los estudios o por ausencia de datos combinables, los resultados se presentarían de forma descriptiva. En primera instancia, se resumieron las características de los estudios incluidos y posteriormente se describieron los resultados de los estudios para cada variable de resultado principal o secundaria, haciéndose énfasis en la dirección, tamaño y consistencia de los mismos a través de los estudios.

### **Publicación 2**

**Traducción y validación al español de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)* para la valoración del equilibrio y del control postural en pacientes postictus.**

### **Publicación 3**

***Validation of the Spanish version of the Trunk Impairment Scale Version 2.0 (TIS 2.0) to assess dynamic sitting balance and coordination in post-stroke adult patients***

### ***Diseño***

Ambas publicaciones consistieron en sendos estudios de validación en los que se siguieron las recomendaciones de Streiner y Norman (579) .

Se realizó una traducción de la escala original y retrotraducción al español, una adaptación transcultural y se analizó la consistencia interna de la escala y la fiabilidad intra e interobservador.

### ***Población y muestra***

El universo de estudio fue la población que había sufrido un ictus en la comarca del Vallés Occidental Este (Cataluña).

Los criterios de inclusión de los pacientes fueron: personas adultas ( $\geq 18$  años) que hayan sufrido un ictus, clínicamente estables y sin fiebre, con una discapacidad previa al ictus valorada mediante la escala modificada de Rankin  $\leq 3$ , ausencia de deterioro cognitivo valorado con el Minimental Test  $\geq 24$  y de enfermedades previas que alteren el equilibrio y por último que entiendan las instrucciones. Posteriormente los participantes, o sus representantes legales, debían dar su consentimiento. El reclutamiento de la muestra se realizó de forma consecutiva.

Para calcular el número de individuos necesarios se tuvieron en cuenta el número de ítems y dimensiones. Con una fiabilidad esperable de 0,85, y una amplitud del IC 95 % de 0,2 la muestra necesaria fue de 60 pacientes para la PASS y 58 para la TIS 2.0. Para abordar el objetivo de este estudio se diferenciaron dos fases dentro del procedimiento:

**Fase I:** En primer lugar se contactó con los autores principales de la PASS el Dr. Benaim y de la TIS 2.0 el Dr. Verheyden para manifestar la intención de traducir al español y validar las escalas para la población española. Los dos autores dieron su consentimiento y a continuación se tradujeron al español las versiones originales de la PASS y la TIS 2.0 las cuales fueron consensuadas por un equipo de expertos en el tema. Posteriormente se hicieron dos retro-traducciones al idioma original que se enviaron a los autores de las escalas los cuales aprobaron dichas versiones.

**Fase II.** Análisis de la fiabilidad de la versión al español de la PASS y la TIS 2.0 Seguidamente se evaluó la fiabilidad intra-interobservador. Para ello, se llevaron a cabo cuatro mediciones a partir de una videograbación. A todos los pacientes se les dieron las mismas indicaciones para la ejecución de los movimientos. Dos de estas mediciones fueron realizadas por el mismo observador (R) y la tercera y cuarta por un segundo y tercer observador (M, B).

La escala *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) (405) fue elaborada en base a dos ideas principales:

- 1-El control postural se basa en dos dominios que deben ser evaluados: la capacidad de mantener el equilibrio en una postura y en los cambios de posición.
- 2-Para que una escala sea útil debe ser aplicable para todos los pacientes, incluso aquellos que presentan un control postural muy deteriorado y debe contener elementos o ítems con aumento de niveles de dificultad.

La escala consta de 12 ítems con cuatro niveles de dificultad para cada uno, para evaluar la capacidad de mantener o cambiar una postura determinada en decúbito, incluyendo giros para ambos lados, sedestación, bipedestación y apoyo monopodal. A su vez, es capaz de diferenciar el lado parético del no parético de tal forma que el paciente sea evaluado como un todo de manera segmentaria (400). La puntuación máxima de la escala es de 36 puntos. Sólo está permitido un intento por ítem. Hay que asegurarse de que el paciente alcanza el criterio para la puntuación registrada. Para realizar la prueba se precisa de un cronómetro y un objeto (botella pequeña de agua vacía) (ver publicación nº2).

La escala *Trunk Impairment Scale* (TIS) (459) fue diseñada para medir el deterioro motor del tronco y el equilibrio en sedestación de los pacientes que han sufrido un ictus. Fue desarrollada en el año 2004 y está formada por tres subescalas y con un alto valor predictivo de la capacidad funcional a los 6 meses (580). En el año 2010 fue sometida a un nuevo análisis de validez interna modelo Rasch, lo que dio lugar a la eliminación de la subescala equilibrio estático en sedestación. La versión definitiva pasó a nombrarse TIS 2.0 (581), compuesta únicamente por las subescalas equilibrio dinámico en sedestación (ED) y coordinación (C), mejorando su capacidad predictiva y simplicidad de uso. La puntuación máxima es de 16 puntos, lo cual indica un equilibrio dinámico en sedestación y coordinación del tronco óptimo. Todos los ítems se realizan en sedestación, se valoran diferentes movimientos del tronco y posibles compensaciones (ver publicación nº3).

### **Análisis estadístico**

En ambos estudios de validación se describieron cada uno de los ítems para cada observación y para cada observador, así como la frecuencia de respuesta y para la puntuación total de la escala. La consistencia interna se calculó con el alfa de Cronbach. Se considera que valores alfa superiores a 0,70 son suficientes para garantizar la consistencia interna de la escala. La concordancia intra-interobservador para la PASS, se realizó mediante el cálculo del Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) con su correspondiente intervalo de confianza del 95% (IC 95%) y para la TIS 2.0 se calcularon mediante el índice de Kappa para cada uno de los ítems de la escala y mediante el ICC con un intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para las puntuaciones totales de la escala y las subescalas.

Se tomaron como referencia para establecer los umbrales de fiabilidad los descritos por Fleiss en 2004 (582), que establece: si  $ICC > 0,8$  se considera excelente, si  $ICC > 0,6 \leq 0,8$  se considera buena, si  $ICC > 0,4 \leq 0,6$  se considera moderada, y si  $ICC \leq 0,4$ , se considera débil o pobre.

El análisis de los datos fue realizado con el programa informático *Statiscal Package for Social Services* (SPSS) versión 21.

### **Implicaciones éticas**

Tanto el comité de ética del Hospital Universitari Parc Taulí Sabadell como la Universitat Internacional de Catalunya aprobaron los dos estudios de validación.

### **Financiación**

Los dos estudios de validación estuvieron financiados por el Col·legi de Fisioterapèutes de Catalunya (número de registro 037912) y la Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia (III beca de recerca bàsica en fisioteràpia).

#### **Publicación 4**

### ***The Effect of Core Stability Exercises on Improving Dynamic Sitting Balance and Trunk Control for Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial.***

#### ***Diseño***

Ensayo clínico aleatorio (ECA), simple ciego (evaluador) y paralelo de dos grupos.

#### ***Población y muestra***

El universo del estudio fueron pacientes del área de Barcelona y del Vallés Occidental Este (Cataluña).

El ámbito de realización del estudio consistió en dos centros socio-sanitarios de la población de Barcelona y Sabadell que cuentan con unidades de convalecencia que ofrecen servicios de rehabilitación a enfermos que han padecido un proceso agudo severo.

Los criterios de inclusión establecidos fueron: adultos ( $\geq 18$  años de edad) ingresados que hubieran sufrido su primer ictus y se hallaran en la fase subaguda ( $\leq 3$  meses). El origen del ictus podía ser isquémico o hemorrágico, en este último caso si precisaba tratamiento quirúrgico no era elegible para el estudio. Los participantes no debían presentar ninguna otra enfermedad neurológica que pudiera afectar el equilibrio, ni problemas ortopédicos que afectaran a su capacidad funcional, ni al mantenimiento de una posición en sedestación, ni realizar tareas de alcance con al menos un brazo, ni problemas visuales que pudieran interferir con su capacidad para recoger objetos, ni apraxia ni heminegligencia y por último que fueran capaces de entender las instrucciones.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó a partir de la puntuación obtenida de la subescala de la TIS *equilibrio dinámico en sedestación* del estudio de Saeys (552). Asumiendo una puntuación de 7 para los sujetos en el grupo de control, con una desviación estándar combinada de 3 unidades, un error de tipo I de 5%, y una prueba *t* de dos extremos con una potencia del 80%, se estimó que se necesitarían 37 pacientes para cada brazo del estudio, con el fin de detectar una

mejora de 2 puntos resultando un total de 74 pacientes. Para compensar los posibles abandonos estimados en <10%, el tamaño final de la muestra se fijó en 80 pacientes los cuales se dividieron en dos grupos: de 40 sujetos cada uno.

### ***Intervención***

Todos los pacientes siguieron el programa de fisioterapia convencional provisto por el centro para pacientes con ictus, por un período de 5 semanas, consistente en una 1 hora de tratamiento al día, 5 veces a la semana (total 25 sesiones). Además, en cada sesión, al grupo experimental se le añadió 15 minutos de entrenamiento de ejercicios de *Core Stability* realizados de forma sistemática, repetitiva y divididos en 3 niveles de dificultad creciente, con unos criterios bien definidos para pasar de nivel.

#### *Criterios para pasar de nivel:*

**Nivel 1:** Los pacientes no eran capaces de mantener la sedestación o estaba muy deteriorada. Los ejercicios se realizaron en posición supina sobre una camilla o en la cama del hospital. Dos de los ejercicios eran realizados con una *physio-ball*. Cuando el paciente era capaz de sentarse durante 1 minuto en el borde de la camilla o cama sin ningún soporte de la espalda o extremidades superiores, las caderas y las rodillas dobladas en ángulos de 90° y los pies planos sobre la superficie de apoyo, podían pasar al nivel 2.

**Nivel 2:** Ejercicios de *Core Stability* realizados en sedestación. Cuando el paciente era capaz de mantenerse 30 segundos en una superficie inestable, sin ningún tipo de asistencia y sin perder el equilibrio pasaba al nivel 3.

**Nivel 3:** Mismos ejercicios que el nivel 2 realizados en sedestación sobre una *physio-ball*.

#### *Ejercicios*

**Nivel 1:** Realizados en decúbito supino, cada ejercicio se mantuvo 6 segundos durante 10 repeticiones repartidos en dos series. A continuación se describen los ejercicios que se representan en las correspondientes figuras

**Figura 27:** Anteversión y retroversión selectiva de la pelvis. Los pies del paciente se apoyan en la camilla o cama y el fisioterapeuta ayuda al paciente. Especialmente se activan recto abdominal (RA), cuadrado lumbar y multifidus.

**Figura 28:** Rotación del tronco superior. El paciente descansa su tronco en la cama o camilla con las rodillas flexionadas a 90 grados y los pies apoyados en la superficie de apoyo, el fisioterapeuta fija la pelvis y las extremidades del paciente. Para activar especialmente oblicuo interno (OI), oblicuo externo (OE) y transverso abdominal (TrA).

**Figura 29:** Puente pélvico. Se levanta la pelvis de la camilla o cama y se mantiene la zona lumbar en posición neutra y en alineación pélvica. La intensidad del ejercicio se puede incrementar aún más mediante la flexión de las extremidades superiores sobre el pecho. En un segundo tiempo, misma posición la pelvis se mueve a derecha e izquierda, el fisioterapeuta fija las rodillas y los pies del paciente a 90°. Se activan sobre todo OI, OE, TrA, recto anterior abdomen, cuadrado lumbar, multifidus, paravertebrales y glúteos.

**Figura 30:** Puente pélvico unilateral. Se levanta la pierna no afectada de la cama o camilla, el paciente mantiene la posición del puente pélvico (Figura 30), el fisioterapeuta fija la pierna afectada. Se activan sobre todo OI y OE.

**Figura 31:** Rotación del tronco inferior. Se realiza colocando las piernas del paciente en la *physio-ball* y pidiéndole que mueva las piernas a la izquierda y la derecha girando la pelvis, el fisioterapeuta fija el pecho del paciente y sujeta la pierna afectada para que no se caiga. Especialmente se activan OI, OE y TrA.

**Figura 32:** Puente pélvico unilateral con la *physio-ball*. El paciente se encuentra en la misma posición anterior y levanta la pelvis y en un segundo tiempo levanta la pierna sana de la *physio-ball*, el fisioterapeuta mantiene la pierna afectada.



Figura 27



Figura 28



Figura 29



Figura 30



Figura 31

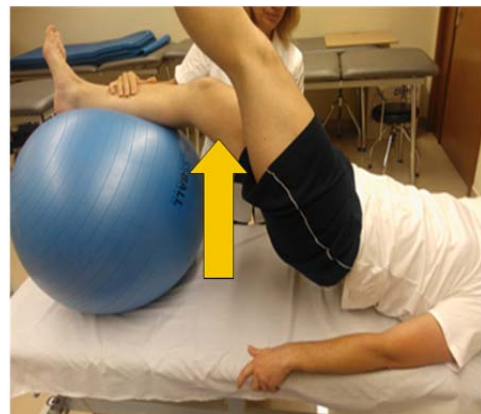


Figura 32



**Nivel 2:** Posición en sedestación, los pies tocan totalmente al suelo (sino llega se le pondría un taburete) y se mantienen en alineación con la cadera, las rodillas se mantienen a 90°. Cada ejercicio se realiza 6 segundos durante 10 repeticiones en dos series.

**Figura 33:** Anteversión y retroversión de la pelvis se realiza a través de la flexión y la extensión de la parte lumbar de la columna vertebral. El fisioterapeuta ayuda a mover el pecho del paciente. Para activar especialmente RA, TrA, multifidus y erector de la columna

**Figura 34-35:** Flexión lateral del tronco. Iniciado desde el hombro y la cintura pélvica (de la cintura escapular significa que el paciente toca la cama con un codo y vuelve a la posición de partida y de la cintura pélvica que el paciente levanta un lado de la pelvis hacia la caja torácica y vuelve a la posición inicial). Especialmente se activa OI, OE, glúteos y cuadrado lumbar.

**Figura 36:** Rotación del tronco superior. Se realiza moviendo cada hombro hacia delante y hacia atrás con los brazos cruzados sobre la caja torácica, el fisioterapeuta fija la pelvis del paciente. Especialmente se activa OI y OE.

**Figura 37:** Rotación del tronco inferior. Se realiza moviendo cada rodilla hacia delante y hacia atrás, el fisioterapeuta ayuda al paciente facilitando el movimiento a través del muslo. Para activar especialmente OE y cuadrado lumbar

**Figura 38:** Tareas de alcance. Con el brazo sano en flexión de 90° hombro, tronco en extensión el movimiento se realiza en las caderas, en tres direcciones: Hacia delante, hacia el lado no afectado (ipsilateral), y hacia el lado afectado (contralateral), para activar el glúteo medio, músculo erector de la columna, el TrA, OI y OE.



Figura 33



Figura 34



Figura 35



Figura 36



Figura 37



Figura 38

**Nivel 3:** Se realizan los mismos ejercicios que en el nivel 2, pero sobre una *physio-ball* como forma de aumentar el nivel de dificultad de los ejercicios. Los

pies tocan el suelo y las rodillas a 90°. El fisioterapeuta vigila el paciente que no se caiga y le proporciona una ayuda o facilitación del movimiento si es necesario.



Figura 39



Figura 40



Figura 41



Figura 42



Figura 43

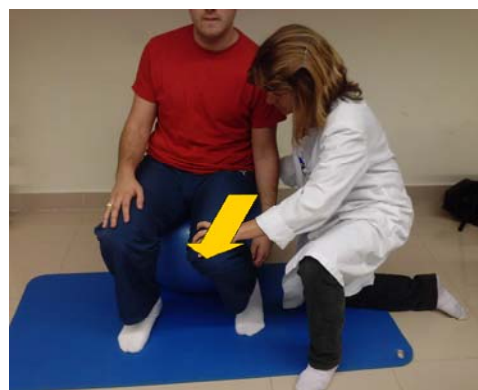


Figura 44

### ***Variables y mediciones***

La variable principal del estudio fue el control de tronco y el equilibrio dinámico en sedestación. Para su evaluación se escogió la escala TIS 2.0 (versión española), que es una versión mejorada de la TIS. También se utilizó la *Functional in Sitting Test* (FIST) (583,584) ya que las dos escalas se complementan y están validadas para pacientes postictus.

Para las variables secundarias, el equilibrio en bipedestación y la marcha se utilizaron la versión española de la PASS, BBS, BBA, test de Tinetti o POMA y para las actividades de la vida diaria (AVD) el Índice de Barthel (IB) (ver Anexo 3). Se puntuó y valoró a los pacientes, antes y después de la intervención, con las escalas mencionadas anteriormente, por un mismo evaluador cegado que no participó en la intervención.

### ***Análisis estadístico***

Las características de los pacientes se describieron mediante frecuencias para las variables cualitativas y la media y la desviación estándar para las cuantitativas, para los dos grupos y las mediciones pre y post-tratamiento. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para las variables cuantitativas que no seguían la normalidad y la *t* de Student si seguían la normalidad y la prueba de Pearson Chi-cuadrado para las cualitativas. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si los grupos control y experimental eran homogéneos al inicio para cada una de las variables registradas

Al inicio (situación basal) los dos grupos fueron homogéneos, excepto para la sección *stepping* de la escala BBA. Se creó una nueva variable nombrada *change score* que era la diferencia entre el valor pre y post-intervención para cada una de las variables, para cada individuo y para cada grupo. Posteriormente, se analizó si la nueva variable *change score* seguía la normalidad. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney y la *t* de Student para comparar las variables de respuesta para los dos grupos. Finalmente se realizó una diferencia de medias entre el *change score* de cada grupo.

El análisis de los datos fue realizado con el programa informático *Statiscal Package for Social Services* (SPSS) versión 21.

### ***Implicaciones éticas***

Tanto el comité de ética del Hospital Universitari Parc Taulí de Sabadell como la Universitat Internacional de Catalunya dieron su aprobación para realizar el ensayo clínico aleatorio.

## **8-RESULTADOS**

---



**Publicación 1**

***Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: A systematic review***

*NeuroRehabilitation*. 2013; 33(4):575-592

Rosa Cabanas Valdés, Gerard Urrútia Cuchí y Caritat Bagur Calafat

Factor de Impacto en el 2013: 1736. Área de Rehabilitación y Neurología Clínica. Quartil 2.





En la revisión, inicialmente se obtuvieron 1.761 referencias individuales mediante la búsqueda electrónica. Después de la eliminación de duplicados, fueron seleccionados 87 artículos a texto completo para su revisión más detallada. Finalmente, 11 ECAs cumplieron los criterios de inclusión: Dean (557,585), Pollock (555), Mudie (556), Howe (549), Verheyden (550), Ibrahimi (558), Kumar (551), Karthikbabu (554), Saeys (552) y Lee (586). Los ECAs analizaron un total de 317 pacientes postictus, con una media de edad de 64,1 años, con un ligero predominio de hombres (55,3%). En cuanto a la calidad de los estudios la puntuación media en la escala de PEDro fue de 6,3 puntos (rango de 3 a 8 puntos). Se incluyeron dos estudios realizados con pacientes en la fase crónica (>1 año) y en los demás se hallaban en la fase subaguda ( $\leq$  3 meses).

Por lo que respecta a la pauta de tratamiento, la gran mayoría de autores coincidieron en añadir 30 minutos por sesión de entrenamiento de ejercicios de tronco (TTE), el número de sesiones a la semana osciló de 3 a 5 días, y de 2 a 8 semanas, sumando un total de entre 5 a 16 horas.

Inicialmente se realizó un metanálisis con el uso de Revman 5 (ver Anexo 4) pero debido a la alta de heterogeneidad estadística observada entre los estudios los autores decidieron no adjuntarlo para su publicación. Por tanto se describieron los resultados individuales de forma cualitativa y gráficamente (plots) con un énfasis en la dirección, magnitud y consistencia del efecto observado en cada uno de los estudios

Referente a la variable de respuesta principal, el equilibrio en sedestación tanto dinámico como estático, evaluado con la escala TIS y el *Reach Test* modificado, todos los estudios hallaron diferencias estadísticamente significativas en el equilibrio dinámico en sedestación a favor del grupo experimental (TTE), pero no así en el estático. Se observó una moderada evidencia de que los TTE mejoraban el rendimiento y la coordinación del tronco.

Con respecto al equilibrio en bipedestación hubo menos estudios que lo evaluaron. En uno de ellos Howe (549) la mejora fue a nivel intragrupo pero no entre grupos. En los estudios de Dean (557,585) hubo un efecto de transferencia

o *carry-over* de sedestación a bipedestación y se observó que en el grupo experimental cargaban más peso en la pierna afecta.

Referente a la marcha, tres estudios (551,552,554) observaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en la escala BBA sección *stepping*. Además el estudio de Saeys (552) también utilizó la DGI y subescala de Tinetti hallando diferencias estadísticamente significativas.

En lo que concierne a la movilidad, fue evaluada con la *Rivermead Motor Assessment Battery* (RMAB) e Índice de Barthel (IB) por tres estudios y por uno la calidad de vida con el cuestionario *Stroke Specic Quality of Life Scale* (SS-QOL) no hallándose diferencias estadísticamente significativas en ningún caso.

# Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: A systematic review

Rosa Cabanas-Valdés<sup>a,\*</sup>, Gerard Urrutia Cuchi<sup>b</sup> and Caritat Bagur-Calafat<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spain*

<sup>b</sup>*Centro Cochrane Iberoamericano, Institut d'Investigació Biomèdica Sant Pau, CIBERESP, Barcelona, Spain*

## Abstract.

**BACKGROUND:** Trunk control has been identified as an important early predictor of functional outcome after stroke but there is insufficient evidence that proximal stability of the trunk is a pre-requisite for sitting and standing balance, walking, and functional activities.

**OBJECTIVE:** We systematically reviewed the literature on trunk training exercises (TTE) in adult patients with stroke. To establish if TTE can improve trunk performance and sitting balance.

**METHODS:** CENTRAL, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, PEDro, REHABDATA Database, Scielo, Scopus, Web of Science, Trip Database, and Epistemonikos were searched and reference lists screened to identify randomised controlled trials (RCTs) of trunk training exercises in stroke survivors. Two reviewers independently screened references, selected relevant studies, extracted data, and assessed trial quality. The primary outcomes were trunk performance and sitting balance. Due to the heterogeneity of included studies meta-analysis was not possible.

**RESULTS:** A total of 11 studies with 317 participants were analysed. Trunk training exercises showed a moderate evidence to improve trunk performance and dynamic sitting balance.

**CONCLUSIONS:** Trunk training exercises, performed with either stable or unstable surface, could be a good rehabilitation strategy and might help improving trunk performance and dynamic sitting balance after stroke.

Keywords: Exercise therapy, stroke, sitting balance, trunk, systematic review

## 1. Introduction

Stroke is a common global health-care problem and a major concern of long-term neurological disability in

adults (Wolfe, 2000) it is also an important cause of death worldwide (Strong, Mathers, & Bonita, 2007).

After suffering a stroke, the patients show spasticity, cognitive dysfunction, impaired balance (Tyson, Hanley, Chillala, Selley, & Tallis, 2006; Weerdesteyn, De Niet, Van Duijnhoven, & Geurts, 2009) and sensorimotor deficit (Oliveira et al., 2011), also insufficiency of strength or tone in trunk muscles (Dickstein, Shefi, Marcovitz, & Villa, 2004b; Tanaka, Hachisuka, & Ogata,

\*Address for correspondence: Rosa Cabanas-Valdés, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat Internacional de Catalunya, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain, Josep Trueta, s/n. Tel.: +34 93 504 20 00; Fax: +34 93 504 20 01; E-mail: rosacabanas@uic.es

1998) may be present. The trunk muscle weakness and the loss of proprioception concerning the affected side can interfere with balance, stability, and functional disability (Dickstein et al., 2004b; Geurts, de Haart, Van Nes, & Duysens, 2005; Karatas, Çetin, Bayramoglu, & Dilek, 2004; Tanaka, Hachisuka, & Ogata, 1997) and may reduce ability to control posture (Geiger, Allen, O'Keefe, & Hicks, 2001). These patients have an increased risk of falling toward the paretic side and limited functional abilities (Batchelor, Mackintosh, Said, & Hill, 2012; Eng, Pang, & Ashe, 2008).

Ability to distribute body weight evenly (postural symmetry) and to shift weight according to the task requirements, is essential to normal balance (Goldie, Bach, & Evans, 1989; Nichols, Miller, Colby, & Pease, 1996). This ability is commonly disturbed in individuals with stroke. They frequently show an increased posture sway, a decreased dynamic stability, and impaired weight-shifting ability (Badke & Duncan, 1983; Dettmann, Linder, & Sepic, 1987; Goldie, Matyas, Evans, Galea, & Bach, 1996; Horak, Esselman, Anderson, & Lynch, 1984; Shumway-Cook, Anson, & Haller, 1988; Tessem, Hagstrøm, & Fallang, 2007) onto the paretic lower limb both when sitting and standing (Dickstein, Nissan, Pillar, & Scheer, 1984; Hacmon, Krasovsky, Lamontagne, & Levin, 2012; Mizrahi, Solzi, Ring, & Nisell, 1989; Nichols, 1997; Nichols et al., 1996). As a consequence, all these effects can bring to difficulties in leading an independent life (Shumway-Cook et al., 2007).

Balance impairment in sitting (Van Nes, Nienhuis, Latour, & Geurts, 2008; Wade & Hwer, 1987) and poor sitting ability are common clinical problems after stroke (Dean, 1992; Harley et al., 2006; Morgan, 1994; Nichols et al., 1996). The stroke patients show a significantly reduced level of trunk performance compared to healthy individuals (Verheyden et al., 2005) of the same age and sex, and a remarkable asymmetry of the trunk and pelvis (Dickstein, Shefi, Marcovitz, & Villa, 2004a; Geurts et al., 2005; Karatas et al., 2004).

Sitting involves the ability to reach for a variety of objects located both within and beyond arm's length as personal daily tasks; it also entails activities such as showering, toileting and dressing (Nieuwboer, Feys, Weerdt, Nuyens, & Corte, 1995; Sackley, 1990). Self-triggered arm movements were associated with anticipatory postural adjustments in muscles of the trunk and lower limbs, indicating that postural adjustments always precede active movement (Bouisset & Zattara, 1987; Hodges & Richardson, 1997; Kaminski, Bock, & Gentile, 1995). Anticipatory control might be

disturbed in stroke subjects (Dickstein et al., 2004a). Trunk seems particularly important for balance as it stabilizes the pelvis and the spinal column (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010; Kibler, Press, & Sciascia, 2006).

Several authors assert the importance of assessing trunk function in order to predict the functional status at discharge of the patients (Bohannon, 1995; Collin & Wade, 1990; Duarte et al., 2002; Franchignoni, Tesio, Ricupero, & Martino, 1997; Sandin & Smith, 1990; Verheyden et al., 2007). The variance reported of functional recovery after stroke explained by trunk control ranges from 45% to 71% (Duarte et al., 2002; Franchignoni et al., 1997; Hsieh, Sheu, & Hsueh, 2002). The recovery of sitting balance is commonly assumed to be essential to obtain independence in other vital functions such as reaching, rising to stand, and sitting down (Feigin, Sharon, Czaczkes, & Rosin, 1996; Mandić & Rančić, 2010; Morgan, 1994; Nitz & Gage, 1995).

Some studies have demonstrated that, in general, any kind of exercise can improve mobility (Ada, Dean, & Mackey, 2006; Dean, Richards, & Malouin, 2000; Teixeira-Salmela, Olney, Nadeau, & Brouwer, 1999) and functional balance (Duncan et al., 2003; Pang, Eng, Dawson, McKay, & Harris, 2005) in adults with chronic stroke, but it is unclear what the advantages of specific and focused exercise programs are and the mechanisms that underlie the improvements in patient's conditions. Kim reported that trunk stabilizing exercises, using appropriate proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), is effective in improving the implementation of tasks in the daily life of stroke patients (Kim, Lee, Bae, Yu, & Kim, 2012). Furthermore, Dean showed that sitting balance is effectively improved by the task of reaching while sitting (Dean & Shepherd, 1997). There is some evidence that well-designed exercise programs can enhance functional abilities after stroke (Legg, 2004; Rose et al., 2011) but the influence of trunk training exercises is still not well documented. In addition, the relationship between balance impairment and asymmetry of weight distribution is still unclear (Karatas et al., 2004; Van Peppen, Kortzmit, Lindeman, & Kwakkel, 2006).

Our main objective in this review is to evaluate the effectiveness of trunk training exercises (TTE) approaches in improving trunk performance and functional sitting balance in sub-acute and chronic stroke patients compared with other types of physical therapy. As a secondary goal, we evaluated whether these truncal exercises result in improved standing balance and walking.

## 2. Methods

### 2.1. Selection criteria for studies in this review

In order to be included in the present review the studies had to meet all the following criteria:

#### 2.1.1. Types of studies

Studies with randomised controlled trials (RCT) design.

#### 2.1.2. Types of participants

Studies involving adult patients (age 18 years or older) suffering from sub-acute (less than three months) or chronic (three or more months) stroke (ischemic or haemorrhagic) without any other neurological disease that might affect balance. The participants needed to be without orthopaedic problems affecting their ability neither maintaining a sitting position nor carrying out tasks with at least one arm, nor visual problems that might interfere with their ability to pick up objects, and, finally, they should be able to understand the instructions. Studies that included patients with neglected stroke were excluded.

#### 2.1.3. Types of interventions

We included all trials that evaluated TTE (see definitions below), performed either on a stable or an unstable surface, to improve trunk function and sitting balance, with or without conventional physiotherapy (CPT). TTE have been compared with a control group consisting in several other kind of conventional physiotherapy based on different principle of trunk rehabilitation. As a secondary comparison, we have additionally included RCTs that compared different types of TTE. We excluded TTE interventions performed with any electromechanical devices including biofeedback, robotics, and functional electrical stimulation.

For the purpose of this review, TTE was pragmatically defined as exercise training on trunk, performed in sitting or supine, specifically aimed at improving trunk performance and functional sitting balance under the supervision of a physiotherapist. The two most common types of TTE approaches published in the literature following these criteria are the sitting training protocol (STP) and trunk exercises (TE) regimens.

Sitting training protocol (STP) is defined as a training exercise program designed to improve the ability to balance in sitting by reaching beyond arm's length using the unaffected hand whilst focusing on: 1) smooth

coordinated motion of the trunk and arm to get the hand to the object; 2) appropriate loading of the affected foot; 3) preventing the use of maladaptive strategies such as widening the base of support. While reaching beyond arm's length, reach distance, direction, thigh support, seat height, and task were varied systematically. Individual practice is carried out under the supervision of a physiotherapist whose role is to analyse the subject's performance, tailor the protocol to the individual's level of performance, provide specific instructions and feedback and provide manual guidance as necessary (Ada et al., 2006). Occasionally, STP is performed using an unstable surface as air filled pillows below pelvis and feet.

Trunk exercises (TE) regimens consist of selective movements of the upper and lower part of the trunk and raising the upper extremities in supine and/or sitting position (with the lower extremities in contact with the ground). Trunk exercises are initiated with moderate assistance of the physiotherapist and progress to a state of no assistance. The number of repetitions and the intensity of the exercises are determined by the physiotherapist based on the patient's performance. The exercises are performed with adequate rest periods in between. Occasionally, TE is performed using an unstable surface, such as a physio-ball or a 50 cm diameter disk.

#### 2.1.4. Types of outcome measures

The studies needed to have reported results on at least one of the primary or secondary outcome measures listed below.

We defined the primary outcome measure as: 1) the level of trunk performance as measured by the Trunk Impairment Scale (TIS) (Verheyden et al., 2004) total score and TIS coordination sub-scale and 2) the functional sitting balance, as measured by TIS dynamic and static sitting balance sub-scales; by the modified Reach Test (mRT) (Dean & Shepherd, 1997), which measures the maximum reach distance of an object (m) with the non-affected arm, while sitting, in three directions (forward, ipsilateral or unaffected side, and across or affected side), or the reach movement time and peak vertical force (PVF) through affected foot during reaching body weight (percentage of body weight) and by the Balance Performance Monitor (BPM) (Nichols, 1997), which measures the symmetry of weight distribution and dynamic reaching in sitting (percentage of body weight).

The secondary outcome measures were defined as follow:

- 1) Standing balance, as measured by the BPM (percentage of body weight) through affected foot or both feet while standing up; by the Berg Balance Scale (BBS) (Berg, Wood-Dauphinee, & Williams, 1995), by the Brunel Balance Assessment (BBA) (Tyson & DeSouza, 2004), by the sub-scale of Tinetti (Tinetti, 1986), by the Romberg's test (Khasnis & Gokula, 2003), or by the Four Test Balance Scale (FTBS) (Rossiter-Fornoff, 1995).
- 2) Gait, as measured by 10 meters walking test with timing control (Mudge & Stott, 2007), by the Dynamic Gait Index (DGI) (Shumway-Cook & Woollacott, 1995), by the Functional Ambulation Categories (FAC) (Holden, 1984), by the sub-scale of Tinetti.
- 3) All the outcomes related with mobility assessed by Rivermead Motor Assessment Battery (RMAB) (Lincoln & Leadbitter, 1979) and Barthel mobility sub-scale (Mahoney, 1965), with the quality of life assessed by stroke specific quality of life questionnaire (SS-QOL) (Williams, Weinberger, Harris, Clark, & Biller, 1999), and with global dependency assessed by Barthel Index total, were considered as third-order results.

## 2.2. Search strategy for identification of studies

Studies were identified by computer-supported electronic searches in the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), MEDLINE (PubMed), EMBASE, CINAHL, PEDro, Scielo, Web of science, Scopus and REHABDATA Database. Additionally, the medical meta-search engine TRIP Database and Epistemonikos were used. Furthermore, a manual survey was carried out on summaries presented to congresses identified by means of electronic searches were examined. The search strategy that was used for PubMed Medline (see Appendix) it served as the main protocol and was then adapted for searching in other databases. The electronic search covered the period from 1966 until November 2012.

## 2.3. Review methods

After eliminating all duplicates, two authors (CB, RC) independently read the titles and abstract of all the references identified by the electronic searches and verified the selection criteria. All the references that

were obviously irrelevant were excluded while the full text of those studies of potential and doubtful relevance was obtained for further examination. Finally, only the studies complying all the above mentioned selection criteria included. The third author (GU) verified the selection. There were no disagreements between the authors in this regard.

The same authors independently assessed the methodological quality of the studies included in the review by means of the PEDro scale (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley, & Elkins, 2003; PEDro, 2006), with a possible scoring ranging from 0 to 10, where a higher score stands for better quality.

Data of interest were also obtained from the selected trials, through a specific designed extraction form which collected information related with the study identification, the methods, the clinical features (characteristics of participants, description of the interventions, and outcomes measures) and the results data.

As anticipated, a meta-analysis could not be performed due to the high degree of statistical heterogeneity detected in most of the analysis (as measured by using the  $I^2$  test) and to the clinical variations between studies: e.g. differences can be found in the comparisons carried out in the studies, the intervention modalities and/or the way control being considered, and the choice of sub-acute versus chronic patients. Thus, results are presented and discussed qualitatively. For the purpose of facilitating the interpretation of results, a plot of some of the primary outcome measures has been provided, allowing the reader to perceive the direction and consistency of effect across studies at a glance, but not to calculate the average effect magnitude. The plots were generated using the RevMan 5.0 software. Previously, the authors of four of the studies have been contacted and kindly provided further details to use in the plots.

## 3. Results

### 3.1. Description of the studies

Initially, 1761 individual references were retrieved from the electronic search (after removal of duplicates), of which 87 were originally selected as 'potentially relevant' and a full text copy obtained. Finally, 11 studies met the above mentioned inclusion criteria (Dean, Channon, & Hall, 2007; Dean & Shepherd, 1997; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010; Karthikbabu et al., 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee,

R. Cabanas-Valdés et al. / Trunk training exercises for improving sitting balance in stroke

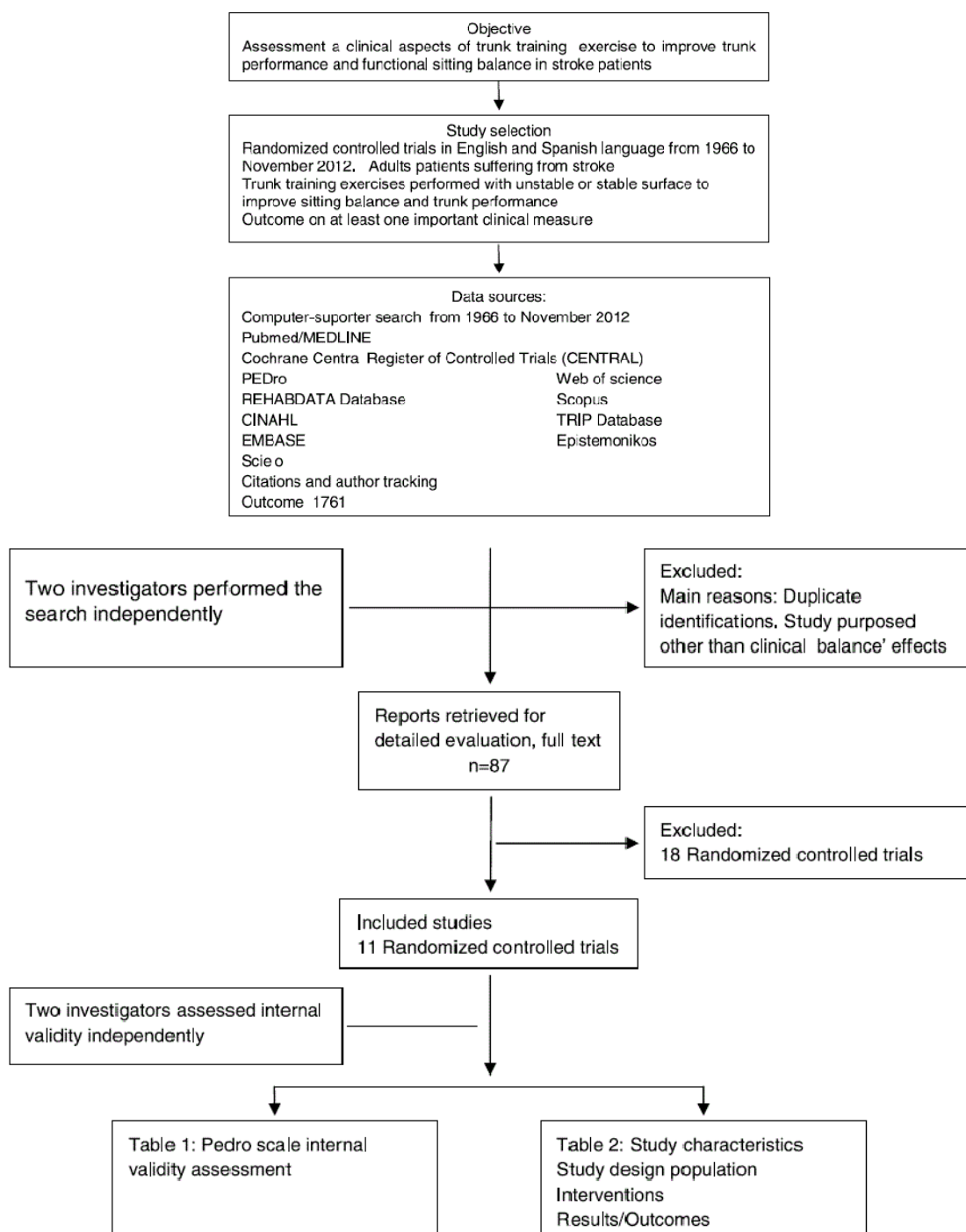


Fig. 1. Flow chart.

2012; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Saey et al., 2011; Verheyden et al., 2009).

Eighteen works were excluded due to the following reasons:

- 1) A clinical trial, apparently relevant, was not included as the full text was available only in Chinese (Liao, Luo, & Chen, 2006).
- 2) Group intervention consisted of a TTE with electromechanical device use (Chen et al., 2002; 2001;



- De Sèze et al., 2001; Dong Kwon, Sung, Jee Hee, & Dong Yeop, 2012; Eser, Yavuzer, Karakus, & Karaoglan, 2008; Goljar, Burger, Rudolf, & Stanonik, 2010).
- 3) Group intervention performed exercise training while standing and/or walking but not sitting (Chern et al., 2010; Kim et al., 2012; Marigold et al., 2005; Onigbinde, Awotidebe, & Awosika, 2009; Wu, Huang, Lin, & Chen, 1996).
  - 4) The studies did not evaluate trunk performances or sitting balance (Bayouk, Boucher, & Leroux, 2006; Jang, Gong, & Jinsang, 2011; Shin, Lee, Lee, Choi, & Song, 2011; Smania, Picelli, Gandolfi, Fiaschi, & Tinazzi, 2008).
  - 5) Studies were biased for not being effectively randomized (A. Kumar, 2010; Nayak, Kumar, & Babu, 2012).

The studies included in the present review carried out a total of ten different comparisons; most of them compare TTE with conventional therapy (CPT), and only three studies compare TTE with other modality of TTE (unstable surface):

- 1) TTE (TE) plus (CPT) versus CPT alone: (Verheyden et al., 2009; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Kumar, Babu, & Nayak, 2011).
- 2) TTE (TE unstable surface) plus CPT versus CPT alone: (Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012).
- 3) TTE (TE) plus CPT versus CPT plus Sham: (Saeyes et al., 2011).
- 4) TTE (STP modified) plus Bobath Concept versus Bobath Concept alone: (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002).
- 5) TTE (STP modified) plus CPT versus CPT alone: (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002).
- 6) TTE (STP modified) plus CPT versus Bobath plus CPT: (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002).
- 7) TTE (STP) versus Sham: (Dean, 1997).
- 8) TTE (STP) plus CPT versus CPT plus Sham: (Dean, 2007).
- 9) TTE (TE unstable surface) plus CPT versus TE plus CPT: (Karthikbabu, 2011).
- 10) TTE (STP unstable surface) plus CPT versus STP: (Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010).

The studies analysed a total of 317 patients, with a mean age of 64.1 years (range from 45 to 86 years; age not specified in one study) (Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010). There was a slight predominance of men (55.3%) over women, and a higher percentage of

ischemic (82%) over haemorrhagic stroke. There were more patients with hemiparesis of the left side (53.5%) than of the right. In all the studies the participants were in the sub-acute stage (less than 3 months from the date of the stroke) at the time the treatment was carried out, with the exception of two cases, that were in the chronic stage (more than 3 months). The intervention duration ranged between two and eight weeks. Four studies out of eleven carried out an additional follow-up assessment, ranging from two to twenty-four weeks after the end of the intervention (Dean, 2007; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Pollock 2002; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002).

Only five studies provided information regarding the severity of the initial stroke. The mean score of the Barthel Index at baseline ranged between 24 and 36 in (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002), the mean score in the FAC scale was between 2.2 and 2.7 in (Verheyden et al., 2009), in the Tinetti scale was between 14.7 and 16.6 in (Verheyden et al., 2009) and 7.2 to 8.5 in (Saeyes et al., 2011), the mean score of the Rivermead Mobility Index was 24.5 in (Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005), and the mean score in the BBA scale went from 4.4 to 4.5 in (Karthikbabu, 2011). The remaining works did not specify the score.

Three studies limited the participants at age 70 (Kumar, Babu, & Nayak, 2011), at age 80 (Verheyden, 2009), and at age 85 (Saeyes et al., 2011). Some of the patients had a certain degree of autonomy at the beginning of the study and should have been able to sit without external support (66.5% of 317); this was true with the exception of three studies (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Verheyden et al., 2009; Saeyes et al., 2011).

Regarding the experimental treatment, five studies performed TTE with STP: (Dean, 1997; 2007; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010) the last one adding the use of an unstable surface. Six studies performed TTE with trunk exercise regimens: (Karthikbabu, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Saeyes et al., 2011; Verheyden et al., 2009; Kumar, Babu, & Nayak, 2011). The first two of these works used an unstable surface.

Only one study (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002) had more than two branches, one of which assessed the biofeedback console; this was ruled out for this review, given the use electronic device for the treatment. Another branch assessed the Bobath Concept, which for the purpose of this review was con-

Table 1  
PEDro scale score (internal validity assessment)

Authors	Dean 1997	Mudie 2002	Pollock 2002	Howe 2005	Dean 2007	Ibrahimi 2010	Verheyden 2009	Karthikbabu 2011	Saeyes 2011	Kumar 2011	Lee 2012
Random allocation	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Concealed allocation	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	YES	YES	NO	NO
Groups similar at baseline	YES	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Participants blinding	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Therapists blinding	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Outcome assessor blinding	YES	YES	NO	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO
Less than 15% dropouts	YES (5%)	NO (28'5%)	NO (28'5%)	YES (5'7%)	YES (0%)	NO not specify	YES (15%)	YES (0%)	YES (3%)	NO (23%)	YES (6%)
Intention- to treat analysis	NO	NO	NO	NO	YES	NO	YES	YES	YES	NO	NO
Between groups statistical comparisons	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Point measures and variability data	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
PEDro score	7	5	3	7	8	4	7	8	8	5	5

sidered as a control group as well as the CPT alone group.

The number of intervention sessions per week varied between three times (Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012), four times (Verheyden et al., 2009; Saeyes et al., 2011; Karthikbabu, 2011), and five times (Dean, 2007; C.M. Dean, 1997; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010; Kumar, Babu, & Nayak, 2011). The duration of each session in all studies was approximately 30 minutes, except for two studies where it was about 1 hour (Karthikbabu, 2011) and 45 min (Kumar, Babu, & Nayak, 2011). This was not specified in one study Pollock et al. 2002. In six of the studies, the duration of the control group sessions was not equal to that of the experimental group (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Verheyden et al., 2009; Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012).

Regarding the primary outcome, nine studies assessed dynamic sitting balance (Dean, 1997; Dean, 2007; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Karthikbabu, 2011; Verheyden et al., 2009; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010; Saeyes et al., 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012) and five assessed static sitting balance (Karthikbabu, 2011; Verheyden et al., 2009; Saeyes et al., 2011; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002). With respect to the rest of the outcomes: three studies evaluated the transition from sitting to standing position (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Howe, Taylor, Finn, & Jones,

2005; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010), eight trials assessed standing balance (Dean, 1997; Dean, 2007; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Karthikbabu, 2011; Saeyes et al., 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011), five trials assessed gait (Dean, 1997; Dean, 2007; Karthikbabu, 2011; Saeyes et al., 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011). Finally, only two studies assessed the degree of functional dependency and the mobility index (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002) and just one quality of life (Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010).

### 3.2. Methodological quality

The assessments of each of the items of the PEDro scale are listed in Table 1. For this review the maximum possible total score was 8 (rather than 10), because it was not possible to blind the participants and the physiotherapists with respect to the treatment. The mean total score was 6.3 points and ranged between 3 and 8 points.

### 3.3. Efficacy results

#### 3.3.1. Trunk performance and functional sitting balance

TTE significantly improved maximum distance range at the end of the intervention (two and six weeks) evaluated in three directions (forward, ipsilateral and across) by modified Reach Test. The effect was consistent across all studies, although the magnitude of the effect was highly variable: the gain ranging between 3

and 17 centimetres (Fig. 2). In Dean 2007 the gains were maintained six months after the cessation of training (mean difference from 14 cm; IC 95% 1 to 26 cm).

Five studies assessed the sitting balance by means of the TIS dynamic sub-scale (Verheyden et al., 2009; Karthikbabu, 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Saeys et al., 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012) they showing a significant improvement in the experimental group in comparison with the control group in all of them (Fig. 3). This favourable effect with TTE was not shown in the TIS static sub-scale in any of the considered studies (Fig. 3). Two other trials (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002) also measured static sitting balance as the percentage of body weight and didn't found any difference between groups.

Five studies assessed trunk performance by means of the TIS (total score) (Verheyden et al., 2009; Karthikbabu, 2011; Saeys et al., 2011; Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012) showing a significant difference in favour of TTE intervention (Fig. 4). In sub-scale TIS coordination the same studies evaluated this outcome but in Verheyden 2009 no evidence of a significant difference in favour of TTE intervention has been shown (Fig. 5).

Two studies (Dean, 1997; Dean, 2007) also measured the time (in seconds) by going back and forth to reach the object carried out in the same three directions. In both studies the differences were significantly in favour of the experimental group (faster), with a mean reduction between 0.80 and 1.5 seconds, respectively. In (Dean, 2007) the difference was no longer significant after 6 months.

In (Dean, 1997) the weight-bearing on the affected foot on BPM (percentage of body weight) was significantly improved among the intervention group in two directions (across and forward), with an increase of 25.5% and 33.3% respectively, while in the control group there was no improvement. The same favourable effect was observed in (Dean, 2007) with a difference of 13% (CI 95% 6 to 20) as an average of the three directions. After 6 months there were no significant differences.

In (Dean, 1997), the percentage of muscle activation in the affected leg, during the reaching test in the 3 directions, was also assessed using surface electrodes. There was a significant difference in muscle activation in favour of EG in the forward direction, on the tibialis anterior and the soleus muscles.

In (Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005), after 4 weeks of training, it was found that trunk training exercises

significantly reduced the time (seconds) taken to return from maximal weight displacement back to original resting, seated position, although the effect disappears after 8 weeks.

### 3.3.2. Standing balance

Two studies (Dean, 1997; Dean, 2007) assessed weight-bearing in the affected foot on BMP (percentage of body weight) when transferring from sitting to standing position, showing a result significantly in favour of EG. In the first of them, the increase observed in the EG group was 8% of body weight ( $p=0.002$ ), while there was no significant difference in the control group. In the latter, the difference observed between groups at the end of the treatment was 21% in favour of EG (IC 95% 14 to 28). The effect was maintained after 6 months (difference of 17%, IC 95% 4 to 29).

In (Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005), sway in a static standing position was measured on BMP (percentage of body weight). There was no remarkable difference between the groups, but a significant improvement was observed only in the EG group.

In one work (Saeys et al., 2011), there was no significant difference between the groups in the Romberg test (eyes open & eyes closed) but there was in the BBS ( $p=0.007$ ), in the Tinetti sub-scale ( $p=0.001$ ), in the FTBS ( $p=0.014$ ) and in the RMAB ( $p<0.001$ ).

In (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002), there was no significant difference between the groups with respect to the symmetry achieved in standing position. Neither there were relevant differences observed in either of the groups at the end of the treatment nor at the end of the follow-up period. In (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002), there was no meaningful difference between groups. Finally, in (Saeys et al., 2011), there was a significant improvement only in the EG in the BBA scale. Three studies (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002; Howe, Taylor, Finn, & Jones, 2005; Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010) assessed the transition from sitting to standing and from standing to sitting by time (seconds); only the last one found a significant difference between groups.

### 3.3.3. Gait

In three trials (Kumar, Babu, & Nayak, 2011; Karthikbabu, 2011; Saeys et al., 2011) as measured by the BBA (stepping), relevant differences in favour of the experimental group have been observed: ( $p=0.000$ ), ( $p=0.0001$ ) and ( $p=0.007$ ), respectively. (Saeys et al., 2011) also estimate positive variations on behalf of the TTE by DGI scale ( $p=0.006$ ), and by Tinetti sub-scale

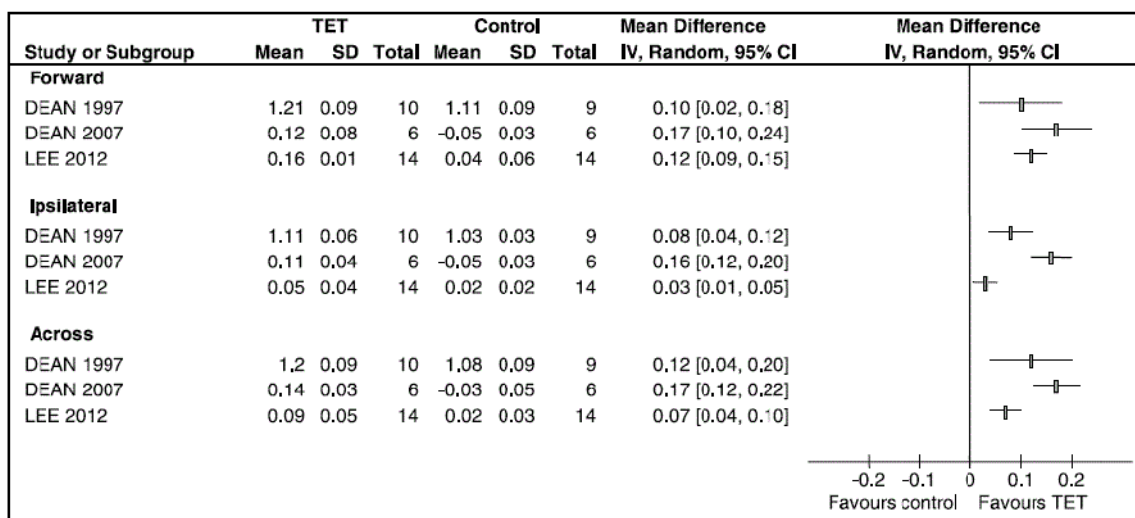


Fig. 2. Sitting balance (modified reach test).

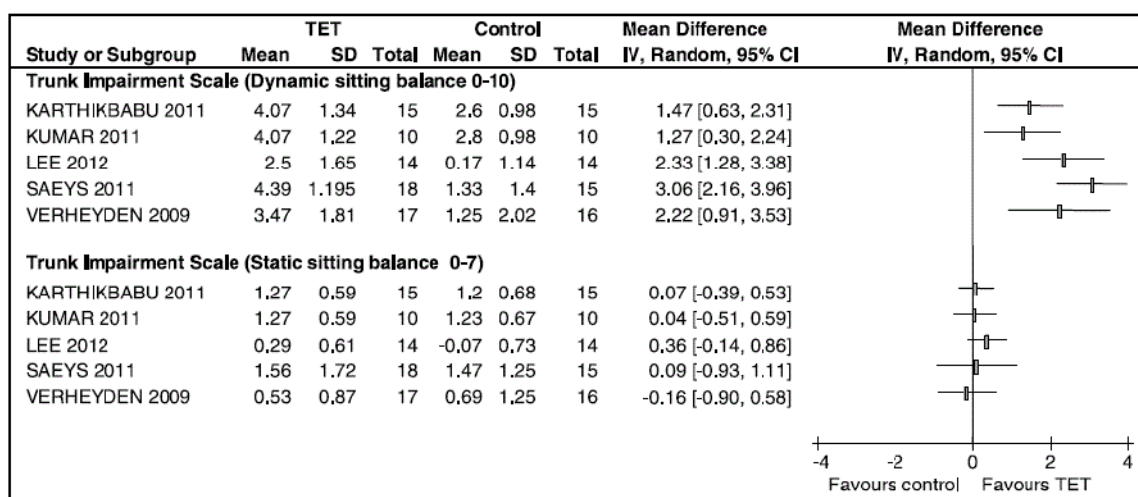


Fig. 3. Sitting balance (sub-scale trunk impairment scale).

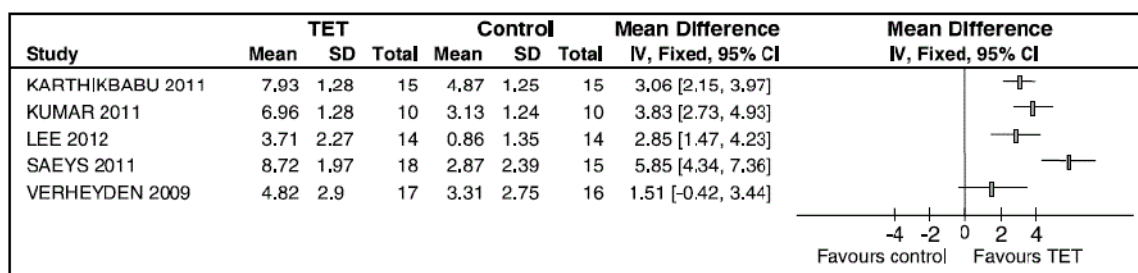


Fig. 4. Trunk performance. Trunk impairment scale (total score).

( $p < 0.001$ ), even though it was not able to detect the same result with FAC scale ( $p = 0.260$ ). Two studies (Dean, 2007; C.M. Dean, 1997) evaluated this variable with the 10 m walking test (m/s), without finding any significant differences.

3.3.4. Other tertiary outcomes

One study (Saeys et al., 2011) measured the mobility with the RMAB scale and its sub-scales, finding a significant difference in favour of TTE ( $p < 0.001$ ), except for the section on the arm. (Mudie, Winzeler-

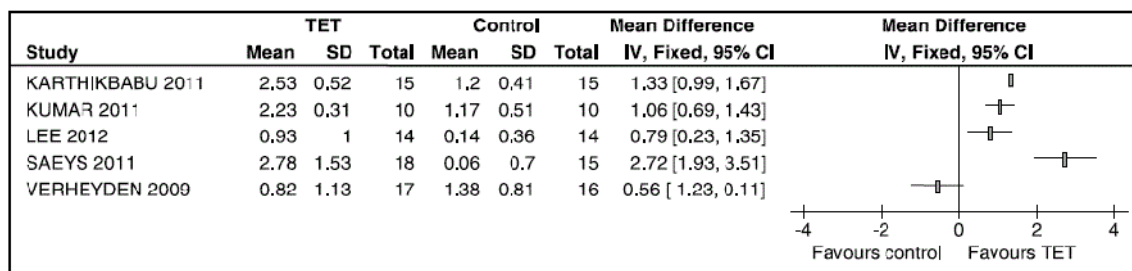


Fig. 5. Trunk performance coordination (sub-scale trunk impairment scale).

Mercay, Radwan, & Lee, 2002), by means of the Barthel mobility sub-scale and degree of dependency, did not highlight variations between groups, although TTE group improved significantly with respect to the baseline. In (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2002), also according to data published in a Cochrane review by the same author, no remarkable differences between groups have been observed on the Barthel Index on patient discharge. Finally, only one study (Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010) assessed quality of life by SS-QOL finding a significant variation in favour of TTE ( $p < 0.001$ ).

4. Discussion

The aim of this review was to evaluate the effect of trunk training exercises (TTE) for improving trunk performances and sitting balance as well as other secondary outcomes such as standing balance and gait after stroke. In daily life activities, trunk performance for functional tasks is closely related to keeping balance in the sitting position (Verheyden et al., 2004).

We included 11 trials with a total of 317 patients in this review and found moderate evidence that the use of TTE in combination with physiotherapy during rehabilitation sessions may improve trunk performance and dynamic sitting balance after stroke.

Furthermore, adverse events, drop-outs, and deaths do not appear to be more frequent in those patients who performed trunk training exercise. This indicates that use of TTE, carried out with a stable or an unstable surface, might be safe and acceptable to most patients included in the trials analysed in the present review, while what the optimal amount of training exercises for the trunk is, still remains unclear and object of further investigation. Also the optimal intensity, frequency, and duration of the exercises must undergo a more accurate and in-depth analysis.

All the studies included subjects in sub-acute stage, and only two of them considered patients in chronic stage (one year onset stroke). TTE seems to positively affect both situations. This is probably due to the loss of trunk muscles strength in sub-acute stroke patients as well as in chronic stroke ones, that may lead to a reduction in the trunk control ability and thus complicate the proper balance of the body (Mudie, Winzeler-Mercay, Radwan, & Lee, 2002). Thus, an appropriate and adequate training protocol focused on trunk muscle might bring benefits to patients in both conditions.

A meta-analysis was deemed not possible, which makes difficult the synthesis of information and precludes the possibility to estimate the effect magnitude.

While the global methodological quality of the included trials is generally moderate to very good (PEDro score ranged from 3 to 8 with a mean of 6.3) the trials specifically investigating trunk training exercises may be subject to potential methodological limitations. These limitations include inability to blind therapists and patients, so-called contamination (provision of the intervention to the control group) and co-intervention (when the same therapist unintentionally provides additional care to either treatment or comparison group). All these potential methodological limitations introduce the possibility of performance bias. Despite the randomised assignment, the limited size of the studies determined the presence of base differences between the groups in some of the works, especially with respect to the characteristics of the stroke, which could have affected the results to some extent. Another frequent limitation observed was with regard to the analysis according to the intention to treat, which was carried out only in four of the studies.

Quite convincing evidence has been found among the analysed works that suggests the TTE improved trunk performance and increased dynamic sitting balance in both sub-acute and chronic stroke patients. Such effects appear consistent, but seemed to cause no effect

Table 2  
Overview of study characteristics and results of included trials

Studies	Design/participants	Interventions	Results/outcomes
Dean 1997	<i>N</i> = 20 Mean age yrs (SD): EG:68.2 (6.7) CG:66.9 (5.9) Chronic stroke (>1 yr)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 10): TTE (STP)</li> <li>• CG (<i>n</i> = 10): Sham (cognitive-manipulative tasks)</li> </ul> Frequency STP and Sham: 30 min 5 days a wk × 2 wk Previously subjects should be able to sit unsupported 20 min. at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic sitting balance (mRT): Better EG in all three directions (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Dynamic reaching time (sec): Better EG during reaching ipsilateral (<i>p</i> = 0.008) and across (<i>p</i> = 0.001)</li> <li>• Vertical GRF through the affected foot (% of BW): Better EG during reaching across and forward (<i>p</i> = 0.001)</li> <li>• Muscle activity: Better EG in affected leg forward condition (anterior tibial (<i>p</i> = 0.005) and soleus (<i>p</i> = 0.006))</li> <li>• Sit to stand (sec): ND</li> <li>• Standing up balance vertical GRF: Better EG (<i>p</i> = 0.002)</li> <li>• Gait - Test walk 10 m: ND</li> </ul>
Mudie 2002	<i>N</i> = 40 Mean age (SD): 72.4 yrs (9.01) <ul style="list-style-type: none"> <li>• EG 1</li> <li>• EG 2</li> <li>• EG 3 : BPM feedback training</li> <li>• CG (<i>n</i> = 10): Sub-acute stroke (&lt;3 m) Inpatient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG 1 (<i>n</i> = 10): TTE (STP) + CPT</li> <li>• EG 2 (<i>n</i> = 10): Bobath Concept + CPT</li> <li>• EG 3 (<i>n</i> = 10): BPM feedback training (NE)</li> <li>• CG (<i>n</i> = 10): CPT</li> </ul> Frequency STP and Bobath: 30 min 5 days a wk × 2 wk in addition to CPT Additional follow up assessment at 2 and 12 wk after the end of intervention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Static sitting balance (% of BW): ND</li> <li>• Standing balance (% of BW): ND</li> <li>• Global dependency (Barthel Index total): ND (intragroup difference only in EG 1)</li> <li>• Mobility (Barthel Index): ND (intragroup difference only in EG 1)</li> </ul> At 2 and 12 wk after the end of intervention: ND
Pollock 2002	<i>N</i> = 28 Mean age yrs (SD): EG:73.1 (10.3) CG:68.4 (13.4) Sub-acute stroke (<6 wk) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 9): TTE (STP modif.) + Bobath Concept</li> <li>• CG (<i>n</i> = 19): Bobath Concept</li> </ul> Frequency STP: 5 days a wk × 4 wk in addition to Bobath Concept Additional follow up assessment at 6 wk after the end of intervention Previously subjects should be able to sit unsupported 1 min. at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Static sitting balance (% of BW): ND</li> <li>• Standing balance (% of BW): ND</li> <li>• Sit-to-stand (sec): ND</li> <li>• Global dependency (Barthel Index total): ND</li> </ul> At 6 wk after the end of intervention: ND
Pollock 2002	<i>N</i> = 28 Mean age yrs (SD): EG:73.1 (10.3) CG:68.4 (13.4) Sub-acute stroke (<6 wk) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 9): TTE (STP modif.) + Bobath Concept</li> <li>• CG (<i>n</i> = 19): Bobath Concept</li> </ul> Frequency STP: 5 days a wk × 4 wk in addition to Bobath Concept Additional follow up assessment at 6 wk after the end of intervention Previously subjects should be able to sit unsupported 1 min. at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Static sitting balance (% of BW): ND</li> <li>• Standing balance (% of BW): ND</li> <li>• Sit-to-stand (sec): ND</li> <li>• Global dependency (Barthel Index total): ND</li> </ul> At 6 wk after the end of intervention: ND
Howe 2005	<i>N</i> = 35 Mean age yrs (SD): EG:71.5 (10.9) CG: 70.7 (7.6) Sub-acute stroke (<3 m) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG: (<i>n</i> = 17) TTE (TE) + CPT</li> <li>• CG: (<i>n</i> = 18): CPT</li> </ul> Frequency TE: 30 min 3 days a wk × 4 wk in addition to CPT Additional follow up assessment at 8 wk after the end of intervention Previously subjects should be independently mobile indoors and activities of daily living	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic sitting balance (% of BW ipsilateral): ND</li> <li>• Dynamic reaching time to return (sec): ND (intragroup difference only in the EG)</li> <li>• Standing balance (% of BW) (postural sway body weight): ND (intragroup difference only in EG)</li> <li>• Sit-to-stand to sit (sec): ND</li> </ul> At 8 wk after the end of the intervention: ND
Dean 2007	<i>N</i> = 12 Mean age yrs (SD): EG:60 (7) CG:74 (12) Subacute stroke (<3 m) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 6): TTE (STP) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 6): Sham (cognitive-manipulative tasks) + CPT</li> </ul> Frequency STP and Sham: 30 min 5 days a wk × 2 wk in addition to CPT Additional follow up assessment at 28 wk after the end of intervention Previously subjects should be able to sit unsupported at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic sitting balance (mRT): Better EG (MD 0.17, CI 95% 0.12 to 0.21) (after 28 wk differences were maintained)</li> <li>• Dynamic reaching time (sec): Better EG (MD -0.5, CI 95% -0.8 to -0.2) (ND after 28 wk)</li> <li>• Vertical GRF through the affected foot during reaching (% of BW): Better EG (MD 13, CI 95% 6 to 20)</li> <li>• Standing up balance (% of BW): Better EG (MD 21, CI 95% 14 to 21) (after 28 wk differences were maintained)</li> <li>• Gait Test walk 10 m: ND</li> </ul>

Table 2  
(Continued)

Studies	Design/participants	Interventions	Results/outcomes
Verheyden 2009	<i>N</i> = 33 Mean age yrs (SD): EG 55 (11) GC:62 (14) Sub-acute stroke (<3 m) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 17) TTE (TE) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 16) CPT</li> </ul> Frequency TE: 30 min × 4 days a wk × 5 wk in addition to CPT, 10 hours of additional training	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trunk performance (TIS total): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Dynamic sitting balance (TIS dynamic): Better EG (<i>p</i> = 0.002)</li> <li>• Static sitting balance (TIS static): ND</li> <li>• Coordination (TIS coordination) ND</li> </ul>
Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010	<i>N</i> = 30 • EG • CG Mean age: not reported Sub-acute stroke (<3 m) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 15): TTE (STP, unstable surface) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 15): STP (stable surface) + CPT</li> </ul> Frequency STP: 20 to 30 min 5 days a wk × 2 wk in addition to CPT Previously subjects should be able to sit unsupported 30 sec. at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitting balance (MAS item 3): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.000)</li> <li>• Sit to stand (MAS item 4): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.000)</li> <li>• Standing balance (BBS): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Quality of life (SS-QOL): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.000)</li> </ul>
Saeys et al. 2011	<i>N</i> = 33, Mean age yrs (SD): EG 61.04 (13.83) CG 61.07 (9.01) Sub-acute stroke (<35 d) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 18): TTE (TE) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 15): Sham (exercises for the upper limb) + CPT</li> </ul> Frequency TE: 30 min 4 days a wk × 8 wk in addition to CPT, 16 hours of additional training	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trunk performance (TIS total): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Static sitting balance (TIS static): ND</li> <li>• Dynamic sitting balance (TIS dynamic): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Coordination (TIS coordination): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Standing balance and gait (BBS): Better EG (<i>p</i> = 0.007)</li> <li>• Standing balance (Tinetti): Better EG (<i>p</i> = 0.001)</li> <li>• Standing balance (Romberg Test: eyes open &amp; eyes closed): ND</li> <li>• Standing balance (FTBS): Better EG (<i>p</i> = 0.014)</li> <li>• Gait (Tinetti): Better EG (<i>p</i> = 0.001)</li> <li>• Gait (DGI): Better EG (<i>p</i> = 0.006)</li> <li>• Gait (FAC): ND</li> <li>• Mobility (RMAB gross function, leg – trunk, total): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.001)</li> <li>• Mobility (RMAB arm): ND</li> </ul>
Karthikbabu 2011	<i>N</i> = 30 Mean age yrs (SD): EG:59.8 (10.5) CG:55 (6.5) Sub-acute stroke (mean 12 days) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 15): TTE (TE, unstable surface) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 15): TTE (TE, stable surface) + CPT</li> </ul> Frequency TE: 1 hr 4 days a wk × 3 wk, 12 hours of additional training Previously subjects should be able to sit 30 sec. on a stable surface at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trunk performance (TIS total): Better EG (<i>p</i> = 0.0001)</li> <li>• Static sitting balance (TIS static): ND</li> <li>• Dynamic sitting balance (TIS dynamic): Better EG (<i>p</i> = 0.002)</li> <li>• Coordination (TIS coordination): Better EG (<i>p</i> = 0.0001)</li> <li>• Standing balance (BBA total): Better EG (<i>p</i> = 0.0001)</li> <li>• Gait (BBA Stepping): Better EG (<i>p</i> = 0.0001)</li> <li>• Standing balance (BBA Standing): ND</li> </ul>
Kumar 2011	<i>N</i> = 26 Mean age yrs (SD): EG: 59.5 (12.09) CG: 57.8 (14.49) Sub-acute stroke (<1 m) Inpatient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (<i>n</i> = 10): TTE (TE) + CPT</li> <li>• CG (<i>n</i> = 10): CPT</li> </ul> Frequency TE: 45 min 5 days a wk × 3 wk in addition to CPT, 10 hours of additional training Previously subjects should be able to sit unsupported 30 sec. at baseline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trunk performance (TIS total): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.000)</li> <li>• Static sitting balance (TIS static): ND</li> <li>• Dynamic sitting balance (TIS dynamic): Better EG (<i>p</i> = 0.002)</li> <li>• Coordination (TIS coordination): Better EG (<i>p</i> = 0.0001)</li> <li>• Standing balance and gait (BBA total): Better EG (<i>p</i> &lt; 0.000)</li> </ul>

Table 2  
(Continued)

Studies	Design/participants	Interventions	Results/outcomes
Lee 2012	N=30 Mean age yrs (SD): EG: 59 (11) CG: 62.3 (4.2) Chronic stroke (>1 yr)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG (n = 14): TTE (TE,unstable surface) 3 steps of 2 wk each step with diferents activities + CPT</li> <li>• CG n = 14): CPT Frequency TE: 30 min 3 days a wk × 6 wk in addition to CPT Frequency CPT: 60 min 5 days a wk × 6 wk Previously subjects should be able to sit on unstable surface 30 sec. at baseline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trunk performance (TIS total): Better EG (<math>p &lt; 0.05</math>)</li> <li>• Static sitting balance (TIS static): ND</li> <li>• Dynamic sitting balance (TIS dynamic): Better EG (<math>p &lt; 0.05</math>)</li> <li>• Coordination (TIS coordination): Better EG (<math>p &lt; 0.05</math>)</li> <li>• Dynamic sitting balance (mRT): Better EG (<math>p &lt; 0.05</math>)</li> </ul>

BBA Brunel Balance Assessment; BBS Berg Balance Scale; BPM Balance Performance Monitor; BW Body Weight; CG Control Group ; CI 95% Confidence Interval (95%); CPT Conventional physiotherapy; DGI Dynamic Gait Index; EG Experimental Group (TET); FAC Functional Ambulation Categories; FTBS Four Test Balance Scale; GRF Ground reaction forces; MD Mean difference; MAS Motor Assessment Scale; mRT Modified Reach test; ND Not differences between groups; NE Not evaluated RMAB Rivermead Motor Assessment Battery; TE Trunk exercises TTE Trunk training exercises SS-QOL Stroke specific quality of life questionnaire; STP Sitting training protocol.

on static sitting balance. The result seemed rather negative taking into account that most of studies included patients with some degree of independence from the beginning. We argue that 66.5% of the patients were previously able to sit without support at the starting point.

Dong Kwon reported the positive effects of trunk stabilization exercises on the thickness of deep abdominal muscles and dynamic balance in chronic stroke patients (Dong Kwon et al., 2012). Other authors Marigold and Shin showed that combined exercise training with aerobic and functional strengthening exercises on balance ability were effective in improving static and dynamic standing balance (Marigold et al., 2005; Shin & Demura, 2012).

Smania and Bayouk showed that, following a specific training program in standing, based on weight transfer and balance exercises performed under different conditions of manipulation of sensory inputs, stroke patients achieved a significant improvement in their ability to maintain balance control (Bayouk et al., 2006; Smania et al., 2008). In the present review, three studies were aimed to provide TTE therapy under varied sensory input for improving balance with an unstable surface (Ibrahimi, Tufel, Singh, & Maurya, 2010; Karthikbabu, 2011; Lee, Lee, Shin, & Lee, 2012). The results suggest that TTE can be more effective if performed with an unstable surface than with a stable surface in order to improve dynamic sitting balance and trunk performance. They also suggest the presence of a positive carry-over effect in standing balance and gait. The reason may lay in the stimulation of proprioceptive receptors and the somatic senses when controlling posture on an uneven ground. Though, when subjects were given instability a lack of accurate somatosensory

information has been detected. This kind of training has been used to enhance body balance control ability (Cressey, West, Tiberio, Kraemer, & Maresh, 2007).

The quality of evidence regarding the effects of TTE on the recovery on standing balance is still low; in one study less sway was observed (which indicates an improvement in balance) and in four studies the results were positive in favour of TTE. Truncal exercises also seemed to enhance standing balance and ambulation. This finding may be explained by exercise implemented as soon as possible in functional tasks such as rolling and reaching. Newly gained functions must be incorporated in functional exercises to enable an efficient motor strategy (Majsak, 1996). Balance training using upper extremities for trunk control ability on ground was performed with the lower limbs in contact with the ground so that the legs extensor muscles were concurrently strengthened by carrying the weight and facilitating muscle activity especially by the lower extremity of the paretic side. The effects continue even in the standing position.

With respect to the transition from sitting to standing position, TTE seemed to have a favourable effect in one study, although this variable was only assessed in three studies. With respect to gait, treatment with TTE seemed to affect it positively, although a further confirmation would be necessary, as this result was positive only in three studies. Jang showed the relationship between the foot centre of mass and the pelvis centre of mass during the walking of stroke patients. Referent to the scales of dependency and mobility (Jang et al., 2011), TTE significantly improved the situation of the patients with respect to their initial situation; however, this was only used for three studies.



Furthermore, almost all patients received conventional treatment. Experimental group, which improved faster in truncal function, could start earlier with complex walking and balance tasks. In addition, trunk stability is an essential core component of balance and coordinated extremity use in daily functional activities and the performance of higher level motor tasks (Davies, 1990; Verheyden et al., 2007).

With regard to the intensity of the experimental sessions with TTE, most of the authors agreed with about 30 minutes in addition to conventional therapy. Regarding treatment duration four studies performed an intensive treatment for two weeks, five days a week, while the other studies increased the duration and decreased the frequency to three or four days a week. It is unclear which one is the optimal duration, although the best results in trunk performance and dynamic sitting balance have been observed in (Saeys et al., 2011) with an eight weeks long treatment (see Fig. 3). A few studies carried out further follow-up after the treatment ends; all of them observed the initial favourable effect seems to diminish over time.

Our understanding of the effects of trunk training exercises post-stroke will be enhanced if individuals with different levels of severity (especially high severity), additional complications, or specific anatomical balance lesions (e.g. cerebellar or vestibular lesions) were included in the studies. In addition, tools to assess changes in balance performance in higher-functioning individuals, as well as to identify the specific system underlying balance impairments are necessary. Finally, trials with a longer term follow-up post-stroke are needed to measure the sustainability of the effect of trunk training exercises over time.

Further to this review, the authors believe that trunk functional assessment post stroke is important as a requirement in predicting the probable clinical outcome for patients with stroke, and in designing an effective rehabilitation protocol. We recommend researchers to lay focus on the effects of trunk rehabilitation on the outcome of stroke in further investigation.

TTE looks as a non-invasive technique, and does not pose any risk to the patient therefore it would be advisable to carry out more quality research in order to be able to confirm these promising results.

## 5. Conclusion

In conclusion, trunk exercises, performed with unstable or stable surface, can be one method of rehabilitation

training in both sub-acute and chronic stroke. There seems to be some evidence that TTE may affect time adjustments and improve trunk performance and dynamic sitting balance in stroke subjects. This indicates the importance of trunk exercises in the rehabilitation of stroke patients. Future studies should evaluate TTE long-term effects. To this end, this review may serve as a guide to future research, avoiding the same errors detected in the studies carried out to date.

## Acknowledgments

We would like to acknowledge the help of trial authors, who kindly replied to our requests for information. Iván Sola, Agustín Sánchez, Marta Roque, Montserrat Girabent, Mónica Junquero, Ana German, Xavi Gironés.

## Conflicts of interest

The authors declare they have no competing interests.

## Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this review.

## References

- Ada, L., Dean, C. M., & Mackey, F. H. (2006). Increasing the amount of physical activity undertaken after stroke. *Physical Therapy Reviews*, *11*(2), 91-100. Retrieved from
- Badke, M. B., & Duncan, P. W. (1983). Patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients. *Physical Therapy*, *63*(1), 13-20.
- Batchelor, F. A., Mackintosh, S. F., Said, C. M., & Hill, K. D. (2012). Falls after stroke. *International Journal of Stroke : Official Journal of the International Stroke Society*, *7*(6), 482-490. doi: 10.1111/j.1747-4949.2012.00796.x; 10.1111/j.1747-4949.2012.00796.x
- Bayouk, J. F., Boucher, J. P., & Leroux, A. (2006). Balance training following stroke: Effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *International Journal of Rehabilitation Research*, *29*(1), 51-59.
- Behm, D. G. B. D. G., Drinkwater, E. J. D. E. J., Willardson, J. M. W. J. M., & Cowley, P. M. C. P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *35*(1), 91-108.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., & Williams, J. (1995). The balance scale: Reliability assessment with elderly residents and patients

- with an acute stroke. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27(1), 27.
- Bohannon, R. W. (1995). Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*, 18(2), 162.
- Bouisset, S., & Zattara, M. (1987). Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *Journal of Biomechanics*, 20(8), 735-742.
- Chen, I. C., Cheng, P. T., Chen, C. L., Chen, S. C., Chung, C. Y., & Yeh, T. H. (2002). Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Medical Journal*, 25(9), 583-590.
- Cheng, P. Wu, S. Liaw, M., Wong, A. M. K., & Tang, F. (2001). Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(12), 1650-1654. doi: 10.1053/apmr.2001.26256
- Chern, J. S., Lo, C. Y., Wu, C. Y., Chen, C. L., Yang, S., & Tang, F. T. (2010). Dynamic postural control during trunk bending and reaching in healthy adults and stroke patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 89(3), 186.
- Collin, C., & Wade, D. (1990). Assessing motor impairment after stroke: A pilot reliability study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 53(7), 576.
- Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., & Maresh, C. M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 561.
- Davies, P. M. (1990). Right in the middle: Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia. Berlin: Springer-Verlag.
- De Sèze, M., Wiart, L., Bon-Saint-Côme, A., Debelleix, X., De Sèze, M., Joseph, P., & Barat, M. (2001). Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(6), 793-800.
- Dean, C. M., M.F. (1992). Motor assessment scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Aust J Physiother*, 38, 31-35.
- Dean, C. M., Channon, E. F., & Hall, J. M. (2007). Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(2), 97.
- Dean, C. M., Richards, C. L., & Malouin, F. (2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: A randomized, controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(4), 409-417.
- Dean, C. M., & Shepherd, R. B. (1997). Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*, 28(4), 722-728.
- Dettmann, M., Linder, M., & Sepic, S. (1987). Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *American Journal of Physical Medicine*, 66(2), 77.
- Dickstein, R., Shefi, S., Marcovitz, E., & Villa, Y. (2004a). Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 261-267.
- Dickstein, R., Shefi, S., Marcovitz, E., & Villa, Y. (2004b). Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clinical Neurophysiology*, 115(4), 790-796.
- Dickstein, R., Nissan, M., Pillar, T., & Scheer, D. (1984). Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients major characteristics and patterns of improvement. *Physical Therapy*, 64(1), 19-23.
- Dong Kwon, S., Oh Sung, K., Jee Hee, K., & Dong Yeop, L. (2012). The effect of trunk stabilization exercise on the thickness of the deep abdominal muscles and balance in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(2), 181-185.
- Duarte, E., Marco, E., Muniesa, J., Belmonte, R., Diaz, P., Tejero, M., & Escalada, F. (2002). Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 34(6), 267-272.
- Duncan, P., Studenski, S., Richards, L., Gollub, S., Lai, S. M., Reker, D., ... Rigler, S. (2003). Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*, 34(9), 2173-2180.
- Eng, J. J., Pang, M., & Ashe, M. C. (2008). Balance, falls, and bone health: Role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45(2), 297-313.
- Eser, F., Yavuzer, G., Karakus, D., & Karaoglan, B. (2008). The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44(1), 19-25.
- Feigin, L., Sharon, B., Czaczkes, B., & Rosin, A. J. (1996). Sitting equilibrium 2 weeks after a stroke can predict the walking ability after 6 months. *Gerontology*, 42(6), 348-353.
- Franchignoni, F., Tesio, L., Ricupero, C., & Martino, M. (1997). Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke*, 28(7), 1382.
- Geiger, R. A., Allen, J. B., O'Keefe, J., & Hicks, R. R. (2001). Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Physical Therapy*, 81(4), 995-1005.
- Geurts, A. C. H., de Haart, M., van Nes, I. J. W., & Duysens, J. (2005). A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture*, 22(3), 267-281.
- Goldie, P., Matyas, T., Evans, O., Galea, M., & Bach, T. (1996). Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clinical Biomechanics*, 11(6), 333-342.
- Goldie, P. A., Bach, T. M., & Evans, O. M. (1989). Force platform measures for evaluating postural control: Reliability and validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70(7), 510-517.
- Goljar, N., Burger, H., Rudolf, M., & Stanonik, I. (2010). Improving balance in subacute stroke patients: A randomized controlled study. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, 33(3), 205-210. doi: 10.1097/MRR.0b013e328333de61
- Hacmon, R., Krasovsky, T., Lamontagne, A., & Levin, M. (2012). Deficits in intersegmental trunk coordination during walking are related to clinical balance and gait function in chronic stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, doi: 10.1097/NPT.0b013e32831827374c1
- Harley, C., Boyd, J., Cockburn, J., Collin, C., Haggard, P., Wann, J., & Wade, D. (2006). Disruption of sitting balance after stroke: Influence of spoken output. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 77(5), 674.

- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, *40*(11), 1220-1230.
- Holden, M. K., Gill, K. M., Magliozzi, M. R., Nathan, J., & Piehl-Baker, L. (1984). Clinical gait assessment in the neurologically impaired. *Physical Therapy*, *64*(1), 35.
- Horak, F. B., Esselman, P., Anderson, M. E., & Lynch, M. K. (1984). The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *47*(9), 1020-1028.
- Howe, T., Taylor, I., Finn, P., & Jones, H. (2005). Lateral weight transference exercises following acute stroke: A preliminary study of clinical effectiveness. *Clinical Rehabilitation*, *19*(1), 45.
- Hsieh, C. L., Sheu, C. F., & Hsueh, I. (2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, *33*(11), 2626.
- Ibrahimi, N., Tufel, S., Singh, H., & Maurya, M. (2010). Effect of sitting balance training under varied sensory input on balance and quality of life in stroke patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, *4*(2), 40-45.
- Jang, S., Gong, W., & Jinsang, K. (2011). The effect of using trunk control pelvic movement exercise in the sitting and standing positions on the relative impulse of hemiplegic patients. *Journal of Physical Therapy Science*, *23*(1), 123-126. doi: 10.1589/jpts.23.123
- Kaminski, T., Bock, C., & Gentile, A. (1995). The coordination between trunk and arm motion during pointing movements. *Experimental Brain Research*, *106*(3), 457-466.
- Karatas, M., Çetin, N., Bayramoglu, M., & Dilek, A. (2004). Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *83*(2), 81-87.
- Karthikbabu, S., Nayak, A., Vijayakumar, K., Misri, Z., Suresh, B., Ganesan, S., & Joshua, A. M. (2011). Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*.
- Khasnis, A., & Gokula, R. (2003). Romberg's test. *Journal of Postgraduate Medicine*, *49*(2), 169.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, *36*(3), 189-198.
- Kim, B. H., Lee, S. M., Bae, Y. H., Yu, J. H., & Kim, T. H. (2012). The effect of a task oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, *24*(6).
- Kumar, A. (2010). Effect of trunk control retraining in hemiparetic patients with postural disturbances. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, *4*(2), 6-9.
- Kumar, V., Babu, K., & Nayak, A. (2011). Additional trunk training improves sitting balance following acute stroke: A pilot randomized controlled trial. *International Journal of Current Research and Review*, *2*(3), 26-43.
- Lee, Y., Lee, J., Shin, S., & Lee, S. (2012). The effect of dual motor task training while sitting on trunk control ability and balance of patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, *24*(4), 345-349.
- Legg, L. (2004). Rehabilitation therapy services for stroke patients living at home: Systematic review of randomised trials. *The Lancet*,
- Liao, L., Luo, W., & Chen, S. (2006). The effect of trunk control training on balance and lower limb function in patients with hemiplegia. *Chin J Rehabil Med*, *21*, 608-609.
- Lincoln, N., & Leadbitter, D. (1979). Assessment of motor function in stroke patients. *Physiotherapy*, *65*(2), 48.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, *83*(8), 713.
- Mahoney, F. I. (1965). The barthel index. *Maryland State Med J*, *14*, 61-65.
- Majsak, M. (1996). Application of motor learning principles to the stroke population. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *3*, 27-59.
- Mandić, M., & Rančić, N. (2010). The measure of balance in sitting in patients at post-stroke rehabilitation. *Acta Facultatis Medicæ Naissensis*, *27*(1).
- Marigold, D. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Inglis, J. T., Harris, J. E., & Gylfadottir, S. (2005). Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(3), 416-423.
- Mizrahi, J., Solzi, P., Ring, H., & Nisell, R. (1989). Postural stability in stroke patients: Vectorial expression of asymmetry, sway activity and relative sequence of reactive forces. *Medical & Biological Engineering & Computing*, *27*(2), 181-190.
- Morgan, P. (1994). The relationship between sitting balance and mobility outcome in stroke. *Australian Journal of Physiotherapy*, *40*, 91-91.
- Mudge, S., & Stott, N. S. (2007). Outcome measures to assess walking ability following stroke: A systematic review of the literature. *Physiotherapy*, *93*(3), 189-200.
- Mudie, M., Winzeler-Mercay, U., Radwan, S., & Lee, L. (2002). Training symmetry of weight distribution after stroke: A randomized controlled pilot study comparing task-related reach, bo bath and feedback training approaches. *Clinical Rehabilitation*, *16*(6), 582.
- Nayak, A., Kumar, K. V., & Babu, S. K. (2012). Does training on swiss ball improve trunk performance after stroke?—A single blinded, quasi experimental study design. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy—an International Journal*, *6*(1), 172-175.
- Nichols, D. S. (1997). Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Physical Therapy*, *77*(5), 553-558.
- Nichols, D. S., Miller, L., Colby, L. A., & Pease, W. S. (1996). Sitting balance: Its relation to function in individuals with hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *77*(9), 865-869.
- Nieuwboer, A., Feys, H., Weerdt, W. D., Nuyens, G., & Corte, E. D. (1995). Developing a clinical tool to measure sitting balance after stroke: A reliability study. *Physiotherapy*, *81*(8), 439-445.
- Nitz, J., & Gage, A. (1995). Post stroke recovery of balanced sitting and ambulation ability. *Australian Journal of Physiotherapy*, *41*, 263-268.
- Oliveira, C. B., Medeiros, I. R. T., Greeters, M. G., Frota, N. A. F., Lucato, L. T., Scaff, M., & Conforto, A. B. (2011). Abnormal sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after stroke. *Clinics*, *66*(12), 2043-2048.
- Onigbinde, A. T., Awotidebe, T., & Awosika, H. (2009). Effect of 6 weeks wobble board exercises on static and dynamic balance of stroke survivors. *Technology and Health Care : Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, *17*(5-6), 387-392. doi: 10.3233/THC-2009-0559

- Pang, M. Y. C., Eng, J. J., Dawson, A. S., McKay, H. A., & Harris, J. E. (2005). A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(10), 1667-1674.
- PEDro. (2006). Centre for evidence-based physiotherapy (CEBP). physiotherapy evidence database (PEDro). <http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/index.html> (accessed 28 february 2006). Retrieved
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2002). The effect of independent practice of motor tasks by stroke patients: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 16(5), 473.
- Rose, D., Paris, T., Crews, E., Wu, S. S., Sun, A., Behrman, A. L., & Duncan, P. (2011). Feasibility and effectiveness of circuit training in acute stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(2), 140-148. doi: 10.1177/1545968310384270
- Rossiter-Fornoff, J. E., Wolf, S. L., Wolfson, L. I., & Buchner, D. M. (1995). A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(6), M291.
- Sackley, C. M. (1990). The relationship between weight bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiother Theory Pract*, 6, 179-185.
- Saeyns, W., Vereeck, L., Truijen, S., Lafosse, C., Wuyts, F. P., & Van de Heyning, P. (2011). Randomized controlled trial of trunk exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabilitation and Neural Repair*.
- Sandin, K., & Smith, B. (1990). The measure of balance in sitting in stroke rehabilitation prognosis. *Stroke*, 21(1), 82.
- Shin, W. S., Lee, S. W., Lee, Y. W., Choi, S. B., & Song, C. H. (2011). Effects of combined exercise training on balance of hemiplegic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(4), 639-643.
- Shin, S., & Demura, S. (2012). Examination of balance ability evaluated by a stipulated tempo step test. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(1), 45-48.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (1995). Assessment and treatment of the patient with mobility disorders. Shumway-Cook A. Woolacott MH. Motor Control Theory and Practical Applications. Maryland Williams & Wilkins, 315-354.
- Shumway-Cook, A., Anson, D., & Haller, S. (1988). Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(6), 395-400.
- Shumway-Cook, A., Silver, I. F., LeMier, M., York, S., Cummings, P., & Koepsell, T. D. (2007). Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: A randomized, controlled trial. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(12), 1420-1427.
- Smania, N., Picelli, A., Gandolfi, M., Fiaschi, A., & Tinazzi, M. (2008). Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: A before/after pilot study. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 29(5), 313-319. doi: 10.1007/s10072-008-0988-0
- Strong, K., Mathers, C., & Bonita, R. (2007). Preventing stroke: Saving lives around the world. *Lancet Neurology*, 6(2), 182.
- Tanaka, S., Hachisuka, K., & Ogata, H. (1998). Muscle strength of trunk flexion-extension in post-stroke hemiplegic Patients I. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 77(4), 288.
- Tanaka, S., Hachisuka, K., & Ogata, H. (1997). Trunk rotatory muscle performance in post-stroke hemiplegic patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 76(5), 366-369.
- Teixeira-Salmela, L. F., Olney, S. J., Nadeau, S., & Brouwer, B. (1999). Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(10), 1211-1218.
- Tessem, S., Hagstrøm, N., & Fallang, B. (2007). Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. *Physiotherapy Research International*, 12(2), 82-94.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*.
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Physical Therapy*, 86(1), 30.
- Tyson, S. F., & DeSouza, L. H. (2004). Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18(8), 916-923. doi: 10.1191/0269215504cr821oa
- Van Nes, I. J., Nienhuis, B., Latour, H., & Geurts, A. C. (2008). Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait & Posture*, 28(3), 507-512. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.03.004
- Van Peppen, R. P. S., Kortsmit, M., Lindeman, E., & Kwakkel, G. (2006). Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: A systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 38(1), 3-9.
- Verheyden, G., Nieuwboer, A., De Wit, L., Feys, H., Schuback, B., Baert, I. (2007). Trunk performance after stroke: An eye catching predictor of functional outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(7), 694.
- Verheyden, G., Nieuwboer, A., Mertin, J., Preger, R., Kiekens, C., & De Weerd, W. (2004). The trunk impairment scale: A new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18(3), 326-.
- Verheyden, G., Nieuwboer, A., Feys, H., Thijs, V., Vaes, K., & De Weerd, W. (2005). Discriminant ability of the trunk impairment scale: A comparison between stroke patients and healthy individuals. *Disability and Rehabilitation*, 27(17), 1023-1028. doi: 10.1080/09638280500052872
- Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., Lafosse, C., Saeyns, W., & De Weerd, W. (2009). Additional exercises improve trunk performance after stroke: A pilot randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(3), 281-286. doi: 10.1177/1545968308321776
- Wade, D., & Hewer, R. L. (1987). Functional abilities after stroke: Measurement, natural history and prognosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 50(2), 177.
- Weerdesteyn, V., De Niet, M., Van Duijnhoven, H. J. R., & Geurts, A. C. H. (2009). Falls in individuals with stroke. *[Upadki u osob po udarze mózgu] Rehabilitacja Medyczna*, 13(3), 39-54.
- Williams, L. S., Weinberger, M., Harris, L. E., Clark, D. O., & Biller, J. (1999). Development of a stroke-specific quality of life scale. *Stroke*, 30(7), 1362-1369.

Winzeler-Mercay, U., & Mudie, H. (2002). The nature of the effects of stroke on trunk flexor and extensor muscles during work and at rest. *Disability & Rehabilitation*, 24(17), 875-886.

Wolfe, C. D. A. (2000). The impact of stroke. *British Medical Bulletin*, 56(2), 275.

Wu, S. H., Huang, H. T., Lin, C. F., & Chen, M. H. (1996). Effects of a program on symmetrical posture in patients with hemiplegia: A single-subject design. *The American Journal of Occupational Therapy*, 50(1), 17-23.

**Appendix. MEDLINE search strategy**

- 1 exp cerebrovascular disorders/or brain injuries/or brain injury.chronic
- 2 stroke\$ or eva or poststroke-post-stroke.tw
- 3 cerebrovasc\$ or cerebral vascular.tw
- 4 cerebral or cerebellar or brain\$ or vertebrobasilar.tw
- 5 infarct\$ or isch?emi\$ or thrombo\$ or emboli\$ or apoplexy.tw
- 6 (#4) AND #5
- 7 cerebral or brain or subarachnoid.tw

- 8 haemorrhage or hemorrhage or haematoma or hematoma or bleed\$.tw
- 9 (#7) AND #8
- 10 exp hemiplegia/or exp paresis/
- 11 hemipar OR hemiplegia OR brain injury.tw
- 12 Balance disorders, Neurologic/
- 13 (#1) OR #2) OR #6) OR #9) OR #10) OR #11) OR #12
- 14 physical therapy modalities/ or exercise therapy/ or motion therapy, continuous
- 15 \*exercise/ or \*exercise test/
- 16 body weight/ or weight-bearing
- 17 balance or equilibrium.tw
- 18 Musculoskeletal Equilibrium/ or Posture/
- 19 \*Exercise/psychology or Exercise Movement Techniques
- 20 trunk exercise or truncal exercise or trunk performance
- 21 (#14) OR #15) OR #17) OR #18) OR #19) OR #20) OR #21
- 22 (#13) AND #22 Filters: Randomized Controlled Trial; Humans

**Publicación 2**

**Traducción y validación al español de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)* para la valoración del equilibrio y del control postural en pacientes postictus.**

*Revista de Neurología* 2015; 60, (4), 151-158:

Rosa Cabanas-Valdés, Montserrat Girabent-Farrés, David Cánovas-Vergé, Fernanda M<sup>a</sup> Caballero, Ana Germán-Romero, Caritat Bagur-Calafat.

Factor de Impacto 0.926. Area de neurología clínica. Quartil 4.



Se evaluaron 60 pacientes ingresados en el Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari, los cuales reunían los criterios de inclusión y fueron invitados a participar en el estudio de forma consecutiva. De los sujetos que conformaron la muestra, 23 eran mujeres (38%) y 37 hombres (62%), con una media de edad de  $71,7 \pm 13,7$  años (rango: 37-95 años). La gran mayoría de los pacientes ( $n=42$ ) se encontraban en una fase subaguda (más de 7 días y menos o igual a 3 meses), 10 pacientes se hallaban en la fase aguda (menos o igual a 7 días), mientras que 8 pacientes se hallaban en la fase crónica ( $>$  de 3 meses).

De aquí en adelante se nombrará la versión española de la escala PASS como S-PASS. En ella se evalúan las tres posturas fundamentales del control postural: los decúbitos (supino y los dos laterales), la sedestación, la bipedestación y apoyo unipodal y permite valorar el progreso del paciente. No se recoge en ninguno de sus ítems el punto de vista del individuo todos los ítems son puntuados por el profesional sanitario. Ninguno de los pacientes alcanzó la máxima puntuación total de la S-PASS (36 puntos). La media de la puntuación total de la S-PASS fue de  $23,67 \pm 8,74$  puntos que indica que los pacientes presentaban un déficit del control postural moderado. Los pacientes que se hallaban en la fase crónica, tampoco fueron capaces de alcanzar la máxima puntuación, datos que pueden apoyar la idea de que también es una escala sensible para detectar cambios en esta fase, tal y como lo demuestra Liaw (587). No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos ( $p=0.796$ ). La puntuación media en el dominio de movilidad fue de  $16,18 \pm 4,79$  puntos y en el de equilibrio de  $7,48 \pm 4,23$  puntos.

Respecto a la fiabilidad inter e intraobservador analizado con el índice de correlación intraclass (ICC), de cada uno de los ítems de la escala está por encima de 0,9, con una amplitud muy pequeña del intervalo de confianza (IC) 95% (0,998-0,999) así como que el ICC intra e interobservador de la suma total fue de 0,999 (IC 95%=0,998-0,999) y 0,930 (IC 95%=0,893-0,956), respectivamente lo que indica una buena precisión y un valor excelente en la fiabilidad de la S-PASS.



## Resultados

---

Referente a la consistencia interna, el alfa de Cronbach fue de 0,94, lo que muestra que la S-PASS es homogénea y es probable que produzca respuestas consistentes.

## Traducción y validación al español de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)* para la valoración del equilibrio y del control postural en pacientes postictus

Rosa Cabanas-Valdés, Montserrat Girabent-Farrés, David Cánovas-Vergé, Fernanda M. Caballero-Gómez, Ana Germán-Romero, Caritat Bagur-Calafat

**Introducción.** En los últimos años, la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)* se ha convertido en la escala más utilizada para valorar el equilibrio y el control postural en pacientes adultos que han sufrido un ictus, especialmente en la fase aguda y subaguda.

**Objetivo.** Traducir y validar la *PASS* para la población española como instrumento de valoración del equilibrio y el control postural en pacientes adultos postictus.

**Pacientes y métodos.** Se tradujo al español la versión original francesa de la *PASS*; dicha versión fue consensuada por un equipo de expertos. Posteriormente se hizo una retrotraducción al francés y se envió al autor de la escala, el cual aprobó dicha versión. Seguidamente se evaluó la fiabilidad intra e interobservador; para ello se llevaron a cabo cuatro mediciones a 60 pacientes postictus, a partir de una videograbación. Dos de estas mediciones fueron realizadas por el mismo observador, y la tercera y cuarta, por un segundo y tercer observadores.

**Resultados.** Los valores obtenidos referidos a la puntuación total de la escala reflejan un índice de fiabilidad del 0,999; también muestran una fiabilidad superior a 0,90 en cada uno de los ítems, tanto en las comparaciones intraobservador como interobservador, y una consistencia interna del 0,94.

**Conclusión.** La versión española de la *PASS* es válida y fiable para valorar el equilibrio y el control postural en pacientes adultos postictus.

**Palabras clave.** Control postural. Equilibrio. Fiabilidad. Ictus. Validez.

Departamento de Fisioterapia (R. Cabanas-Valdés, A. Germán-Romero, C. Bagur-Calafat); Departamento de Hsioterapia y de Bioestadística (M. Girabent-Farrés); Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud; Universitat Internacional de Catalunya; Sant Cugat del Vallès, Barcelona. Servicio de Neurología (D. Cánovas-Vergé); Servicio de Medicina Física y Rehabilitación (F.M. Caballero-Gómez); Hospital de Sabadell; Corporació Sanitària Parc Taulí; Sabadell, Barcelona, España.

### Correspondencia:

Dra. Rosa M. Cabanas Valdés. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universitat Internacional de Catalunya. Josep Trueta, s/n. E-08195 Sant Cugat del Vallès (Barcelona).

### E-mail:

rosacabanas@uic.es

### Financiación:

Societat Catalana-Balear de Fisioteràpia i Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya.

### Agradecimientos:

X. Gironés, P. Rodríguez, J.J. Gardá, L. Monné, E. Herrera, B. Camps, A. Gironés y M. Thomson, por las aportaciones que han realizado a este trabajo; B. Bagreux y M. Polestron, por su participación en el estudio.

Aceptado tras revisión externa: 29.08.14.

### Cómo citar este artículo:

Cabanas-Valdés R, Girabent-Farrés M, Cánovas-Vergé D, Caballero-Gómez FM, Germán-Romero A, Bagur-Calafat C. Traducción y validación al español de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)* para la valoración del equilibrio y del control postural en pacientes postictus. *Rev Neurol* 2015; 60: 151-8.

© 2015 Revista de Neurología

### Introducción

En España, la prevalencia del ictus es del 4,5%, con una incidencia de 220 casos nuevos por cada 100.000 habitantes, sin contar los accidentes isquémicos transitorios [1]. Después de sufrir un ictus, los pacientes suelen presentar déficits sensitivos y motores [2], lo que conlleva trastornos del equilibrio y del control postural [3-5], con un mayor riesgo de caer hacia el lado parético. Asimismo, presentan una limitación de sus capacidades funcionales [6,7].

El control postural es una habilidad compleja basada en la interacción de los procesos sensorio-motores dinámicos [8-10], los cuales dependen de múltiples factores, como las restricciones biomecánicas, los límites de estabilidad y verticalidad, los ajustes posturales anticipatorios, las respuestas posturales, la orientación sensorial y la capacidad funcional de cada paciente.

El individuo tiene que poseer la habilidad para distribuir uniformemente el peso corporal (simetría

postural) y cambiar el peso del cuerpo de acuerdo con los requisitos de la tarea que está realizando [11,12]; dichas capacidades se ven perturbadas frecuentemente en personas con ictus [13]. Estas alteraciones pueden comportar dificultades para llevar una vida independiente [14] y afectar a la calidad de vida de estas personas [15].

Es importante la evaluación del control postural en la primera y segunda semanas después del ictus, con el fin de predecir el estado funcional del paciente a los seis meses [16]. Esta evaluación también puede ayudar al clínico a discernir cuál de las componentes del equilibrio es la más afectada, aspecto que puede ser de gran ayuda en la selección del tratamiento más adecuado y su seguimiento [17].

En una revisión sistemática cuyo objetivo era evaluar dos abordajes de fisioterapia sobre el control postural del tronco, así como el equilibrio en sedestación, bipedestación y marcha en pacientes adultos postictus [18], se pudo observar la falta de escalas validadas al español para la medición de dichas

variables. Actualmente existen diferentes escalas para valorar el control postural y equilibrio en pacientes postictus, como la *Berg Balance Scale* [19], la *Performance Oriented Mobility Assessment* [20], el *Balance Evaluation Systems Test* [21], la *Brunel Balance Assessment* [22] y la *Fugl-Meyer Assessment* [23], pero ninguna de ellas está validada al español ni es sensible a la detección de pequeños cambios en el control postural del paciente en la fase aguda y subaguda.

La *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) [24], sin embargo, es una escala válida para evaluar el control postural de los pacientes que han sufrido un ictus, sobre todo en las fases tempranas, aunque también es fiable en pacientes en fase crónica [25]. Es segura y con una alta fiabilidad inter e intraobservador [26]. Posee un excelente valor predictivo de la independencia funcional [27,28], valora el síndrome del empujador [29] y presenta mejores características psicométricas que la *Berg Balance Scale* y la *Fugl-Meyer Assessment* [26].

Dada la importancia de esta escala como herramienta de valoración en el campo de la neurología, se planteó la necesidad de disponer de una versión en español. El objetivo de este estudio fue traducir y validar la PASS para la población española como instrumento de valoración del equilibrio y el control postural en pacientes adultos postictus.

### Pacientes y métodos

A fin de llevar a cabo el análisis de validación y fiabilidad de la escala, teniendo en cuenta el número de ítems y dimensiones, se han utilizado las recomendaciones de Walter et al [30] y de Zou [31] para calcular el número de individuos necesarios, con una fiabilidad esperable de 0,85 y una amplitud del intervalo de confianza al 95% (IC 95%) de 0,20, obteniendo un tamaño muestral necesario de 60 pacientes.

Los criterios de inclusión de los pacientes fueron: personas adultas que hubieran sufrido un ictus, que su discapacidad antes de sufrir éste fuera menor o igual a tres en la escala modificada de Rankin (mRS) [32], que tuvieran ausencia de deterioro cognitivo según la escala *Minimal State Examination* [33], es decir, una puntuación en ésta mayor a 24, sin enfermedades previas que alteren el equilibrio, que estuvieran clínicamente estables y sin fiebre, que entendieran las instrucciones y que dieran su consentimiento informado.

Para abordar el objetivo de este estudio, se diferenciaron dos fases dentro del procedimiento.

### Fase I. Traducción y retrotraducción de las escalas según recomiendan Streiner y Norman [34]

En primer lugar se contactó con el autor principal de la PASS, el Dr. Benaim, para manifestar la intención de traducir al español y validar la escala para la población española, y se le pidió la autorización para ello. Una vez obtenido su consentimiento, se tradujo la escala con sus instrucciones al español a partir del idioma original (francés) por dos fisioterapeutas bilingües, español-francés, quienes elaboraron dos traducciones de forma independiente. Un comité de expertos en el ámbito de la fisioterapia consensuó una versión única al español a partir de las dos traducciones. En esta reunión, se analizó con detalle la escala y sus instrucciones, en cuanto a la redacción, contenido y si era fácilmente comprensible para los pacientes.

De esta primera traducción de la PASS se elaboraron dos retrotraducciones al francés por otros dos fisioterapeutas bilingües (diferentes a los anteriores), que tenían el francés como idioma materno. Posteriormente se consensuó una versión definitiva en francés, la cual se presentó al Dr. Benaim para que diera su conformidad y certificara que esta nueva escala posee las mismas características y valora lo mismo que la escala original.

### Fase II. Análisis de la fiabilidad de la versión al español de la PASS

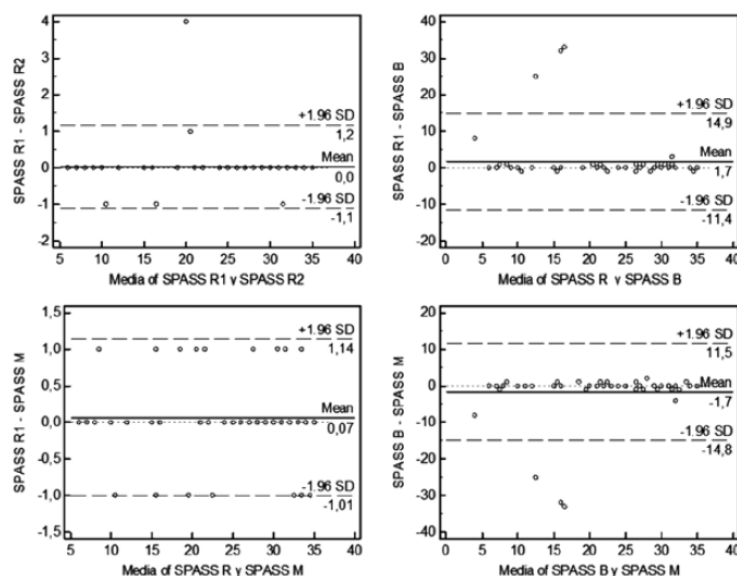
Para evaluar la fiabilidad intra e interobservador en la población de estudio, se formó previamente a tres observadores fisioterapeutas (R, M y B) con el fin de que pudieran utilizar la escala siguiendo y aplicando los mismos criterios, de tal forma que la conocieran bien y estuvieran habituados en su administración en pacientes con ictus. Los tres observadores valoraron a los mismos pacientes.

El observador R dio las mismas indicaciones a cada paciente para la ejecución de los 12 ítems de la escala y las registró mediante videograbación. El resto de observadores hizo sus valoraciones sobre estas videograbaciones, con lo que se evitó el cansancio del paciente, que hubiera tenido que repetir tres veces los mismos ítems para poder valorar la repetitividad inter e intraobservador. Este procedimiento, además, garantizó que las condiciones de observación de los pacientes no variaban. A fin de respetar la confidencialidad de las grabaciones, se depositaron en el servicio de fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya. El tratamiento de todos los datos personales fue de acuerdo con el Real Decreto 15/1999, de 13 de diciembre.

Tabla I. *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)*, versión española.

Movilidad	Ítem 1. En decúbito supino, girarse por el lado afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 2. En decúbito supino, girarse por el lado no afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 3. De supino a sentado al borde de la cama o camilla	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 4. Sentado sobre la camilla o cama, pasar a decúbito supino	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 5. Sentado sobre la camilla o cama, levantarse	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 6. De pie, pasar a sentado	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 7. De pie, poder coger un objeto del suelo	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
<b>TOTAL movilidad (21 puntos)</b>		
Equilibrio	Ítem 8. Sentado sin apoyo al borde de la cama o camilla, los pies tocan al suelo	Imposible (0 puntos) Necesita un apoyo moderado de una mano (1 punto) Se mantiene sentado más de 10 segundos sin ayuda (2 puntos) Se mantiene sentado más de 5 minutos sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 9. De pie con apoyo	Imposible (0 puntos) Necesita dos personas (1 punto) Ayuda moderada de una persona (2 puntos) Necesita solo la ayuda de una mano del paciente (3 puntos)
	Ítem 10. De pie sin apoyo	Imposible (0 puntos) Puede mantenerse de pie al menos 10 segundos sin ayuda (probablemente de manera muy asimétrica) (1 punto) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda (2 puntos) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda y además puede hacer movimientos amplios del (los) miembro(s) superior(es) por encima del hombro (3 puntos)
	Ítem 11. Apoyo monopodal del lado afecto sin ningún tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Sólo unos segundos $\leq 5$ (1 punto) Más de 5 segundos $\leq 10$ (2 puntos) Más de 10 segundos (3 puntos)
	Ítem 12. Apoyo monopodal del lado sano sin ningún tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Sólo unos segundos $\leq 5$ (1 punto) Más de 5 segundos $\leq 10$ (2 puntos) Más de 10 segundos (3 puntos)
<b>TOTAL equilibrio (15 puntos)</b>		
<b>TOTAL escala PASS (36 puntos)</b>		

Figura. Gráficos de Bland y Altman para la fiabilidad intra e interobservador.



Para evaluar la fiabilidad interobservador, cada uno de los tres observadores (R, M y B), por separado, llevó a cabo las puntuaciones de cada ítem de la PASS versión española (de aquí en adelante S-PASS) a través dicha grabación. Para la fiabilidad intraobservador, el observador R realizó una segunda puntuación, con un intervalo de tiempo de como mínimo 15 días para evitar que éste recordara los datos de la primera evaluación.

Se recogió información relativa de la historia clínica de los pacientes, como la edad, género, fecha de presentación del ictus, tipo de lesión y localización, lado del cuerpo más afectado, gravedad del ictus al inicio con la puntuación de la versión española de la *National Institute of Health Stroke Scale* (NIHSS) [35] y discapacidad previa al ictus mediante la mRS.

Para la valoración del equilibrio y el control postural, se administró la escala S-PASS. Ésta consta de 12 ítems (Tabla I) y se subdivide en dos: movilidad (7 ítems) y equilibrio (5 ítems), cada uno de ellos con una puntuación que va de 0 (mínima) a 3 (máxima); la puntuación total de la escala es de 36 puntos. Al paciente se le permite realizar cada ítem una vez. La escala no evalúa la calidad del movimiento, pero sí cuantifica las ayudas que recibe el paciente para rea-

lizar la acción requerida. En ninguno de sus ítems se recoge el punto de vista del paciente.

En los ítems del 1 al 4 y el 8 de la S-PASS se evalúa el control motor del tronco, tanto del lado afecto como del no afecto. Los ítems del 5 al 7 informan de los ajustes posturales anticipatorios, en previsión de una transición postural desde una posición del cuerpo a otra, en los cuales se requiere un movimiento activo del centro de masas. Los ítems 9 y 10 valoran el equilibrio en bipedestación con y sin ayuda, respectivamente, y, por último, el 11 y 12, el apoyo monopodal sobre la pierna afectada y no afectada sin ayuda.

El manejo de la S-PASS es sencillo, no precisa ningún equipamiento complementario en su administración (sólo un cronómetro, un objeto, y una cama o camilla regulable). El tiempo necesario para toda la valoración es de unos 10 minutos, dependiendo del grado de afectación del paciente. Se trata de una escala ampliamente utilizada en todo el mundo en pacientes postictus.

### Análisis estadístico

El análisis de los datos fue realizado con el programa de éstos consistió en el cálculo de los estadísticos descriptivos para cada ítem de respuesta y para la puntuación total de la escala, así como los parámetros de validez y fiabilidad. La consistencia interna de la escala se calculó con la alfa de Cronbach, exigiendo valores como mínimo de 0,7 para considerar que ésta era buena. La concordancia intra e interobservador se realizó mediante el cálculo del coeficiente de correlación intraclass (ICC) y su IC 95%. Se tomaron como referencia para establecer los umbrales de fiabilidad los descritos por Fleiss en 2004 [36], que establece que: si el  $ICC \geq 0,8$ , hay fiabilidad excelente; si  $0,6 < ICC \leq 0,8$ , la fiabilidad es buena; si  $0,4 < ICC \leq 0,6$ , se considera fiabilidad moderada; y si  $ICC \leq 0,4$ , se considera fiabilidad débil o pobre.

### Resultados

Se valoró a 60 pacientes en el Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari, hospital de referencia que posee código ictus del Vallès Occidental Este. La selección de los pacientes tuvo una duración de seis meses. Una vez ingresado el paciente, si reunía los criterios de inclusión, era invitado a participar en el estudio de forma consecutiva.

De los sujetos que conformaron la muestra, 23 eran mujeres (38%) y 37 eran hombres (62%), con una media de  $71,7 \pm 13,7$  años (rango: 37-95 años). La gran mayoría de los pacientes ( $n = 42$ ) se encontraba en una fase subaguda ( $> 7$  días  $\leq 3$  meses), 10 pacientes en fase aguda ( $\leq 7$  días), mientras que ocho se hallaban en fase crónica ( $> 3$  meses).

En cuanto a las características de la afectación, 32 pacientes (53%) presentaban la lesión en el hemisferio derecho con hemiparesia izquierda y 27 (45%) en el hemisferio izquierdo con hemiparesia derecha, y un paciente presentaba la lesión de forma bilateral. En cuanto al tipo de lesión, 45 individuos (75%) eran isquémicos y 15 (25%) hemorrágicos. Dos pacientes presentaron hemorragia subaracnoidea con afectación intraparenquimatosa y hemiparesia contralateral.

De la historia clínica de los pacientes se obtuvieron los valores de la puntuación total de la NIHSS de 58 de los 60 pacientes; de los dos restantes no se tiene este registro, debido a que presentaban hemorragia subaracnoidea (Fisher IV). La media fue de  $9,4 \pm 8,6$  puntos (déficit moderado), con un máximo de 42 y un mínimo de 0 puntos. La media de la discapacidad previa al ictus valorada con la mRS fue de  $0,46 \pm 0,95$  puntos (0 puntos en 47 pacientes, 1 punto en cinco, 2 puntos en tres y 3 puntos en cinco pacientes).

Respecto a la localización de la lesión, 32 pacientes presentaban el ictus en la arteria cerebral media, cuatro en la protuberancia, tres en el cerebelo, ocho lacunares, siete en los ganglios basales, dos en el tálamo, uno en la arteria cerebral posterior, uno en la arteria cerebral anterior y dos en el bulbo.

Se observó (Tabla II y Figura) que la fiabilidad inter e intraobservador, con el ICC, de cada uno de los ítems de la escala está por encima de 0,9, y con una amplitud muy pequeña del IC 95% (0,998-0,999); así como que el ICC intra e interobservador de la suma total fue de 0,999 (IC 95% = 0,998-0,999) y de 0,930 (IC 95% = 0,893-0,956), respectivamente, lo que indica una buena precisión y un valor excelente en la fiabilidad de la S-PASS. El alfa de Cronbach fue de 0,94, lo que muestra que la S-PASS es homogénea y es probable que produzca respuestas consistentes.

Ninguno de los pacientes alcanzó la máxima puntuación total de la S-PASS (36 puntos). La media de la puntuación total fue de  $23,67 \pm 8,74$  puntos (IC 95% = 21,41-25,93). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos ( $p = 0,796$ ). La puntuación media en el dominio de movilidad fue de  $16,18 \pm 4,79$  puntos, y en el de equilibrio, de  $7,48 \pm 4,23$  puntos.

**Tabla II.** Índice de correlación intraobservador e interobservador y suma total de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients*.

	Intraobservador		Interobservador	
	ICC	IC 95%	ICC	IC 95%
ítem 1	1	1-1	0,961	0,940-0,976
ítem 2	0,952	0,919-0,971	0,980	0,969-0,988
ítem 3	0,991	0,985-0,995	0,984	0,975-0,990
ítem 4	0,969	0,948-0,981	0,985	0,977-0,991
ítem 5	1	1-1	0,990	0,985-0,994
ítem 6	0,986	0,977-0,992	0,990	0,985-0,994
ítem 7	0,991	0,986-0,995	0,994	0,990-0,996
ítem 8	1	1-1	0,981	0,971-0,988
ítem 9	0,981	0,968-0,989	0,982	0,972-0,989
ítem 10	1	1-1	0,995	0,993-0,997
ítem 11	1	1-1	0,953	0,927-0,971
ítem 12	1	1-1	0,970	0,953-0,981
Suma	0,999	0,998-0,999	0,93	0,893-0,956

IC 95%: intervalo de confianza al 95%; ICC: Índice de correlación intraclassa.

Todos los individuos fueron capaces de girarse en la cama hacia el lado afecto y no afecto, y de pasar de supino al borde de la cama y a la inversa, aunque fuera con ayuda (Tabla III). El 11,7% no podía mantener la sedestación, mientras que el 73,3% sí podía mantenerse en esta posición durante más de cinco minutos.

El 6,7% de los pacientes no fue capaz de pasar de sedestación a bipedestación, el 18,3% lo consiguió con ayuda importante y el 40% lo realizó por sí mismo. El 30% de los participantes no fue capaz de recoger un objeto del suelo, mientras que el 36,7% sí lo pudo realizar sin ayuda.

El 45% de los pacientes era incapaz de mantenerse de pie sin ayuda, mientras que el 55% sí lo consiguió durante más de un minuto. El 6,7% no podía mantenerse de pie, frente al 56,7% que sí lo conseguía con el apoyo de una mano. El 60% de los pacientes no fue capaz de realizar el apoyo monopodal, ni con la pierna afectada ni con la pierna no afectada.

**Tabla III.** Frecuencia (%) de respuestas para cada uno de los ítems en la fiabilidad intraobservador.

	Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ítem 1	0	0	1,7	1,7	16,7	16,7	81,7	81,7
ítem 2	0	0	3,3	3,3	31,7	31,7	65	65
ítem 3	0	0	11,7	10	40	41,7	48,3	48,3
ítem 4	0	0	16,7	16,7	16,7	16,7	66,7	66,7
ítem 5	6,7	6,7	18,3	18,3	35	35	40	40
ítem 6	6,7	6,7	18,3	18,3	28,3	28,3	46,7	46,7
ítem 7	30	28,3	10	11,7	23,3	12,3	36,7	36,7
ítem 8	11,7	11,7	3,3	3,3	11,7	11,7	73,3	73,3
ítem 9	6,7	6,7	15	13,3	21,7	25	56,7	55
ítem 10	45	45	0	0	0	0	55	55
ítem 11	63,3	61,7	28,3	30	6,7	6,7	1,7	1,7
ítem 12	60	60	26,7	26,7	5	5	8,3	8,3

### Discusión

Los resultados de este estudio muestran una alta fiabilidad para la aplicación de la escala S-PASS. En la escala original, el alfa de Cronbach fue de 0,95 frente al 0,94 de la versión española. La S-PASS evalúa las tres posturas fundamentales del control postural: el decúbito (supino y los dos decúbitos laterales), la sedestación y la bipedestación; y permite valorar el progreso del paciente. No recoge en ninguno de sus ítems el punto de vista del individuo, todos los ítems son aplicados por el profesional sanitario.

En referencia a la media de la puntuación total de la S-PASS de  $23,67 \pm 8,74$  puntos, indica que los pacientes presentaban un déficit del control postural moderado. Los pacientes que se hallaban en la fase crónica tampoco fueron capaces de alcanzar la máxima puntuación, datos que pueden apoyar la idea de que también es una escala sensible para detectar cambios en esta fase, tal y como demuestran Liaw et al [25].

Como se ha plasmado en el apartado de resultados, el ítem con mayor puntuación fue ‘en supino, girarse por el lado afecto’, con el 81,7%. Por el contrario, el más difícil fue ‘apoyo monopodal del lado

afecto’, con el 63,3% de los pacientes con la puntuación más baja. Un alto porcentaje de ellos ni se atrevió a intentarlo, ya que en este ítem no se permite ningún tipo de ayuda. El apoyo monopodal es imprescindible para una marcha independiente y segura, por lo que es un ítem muy útil para el clínico. Este resultado es concordante con el obtenido en el estudio de la validación de la escala original, en la que el 67% de los pacientes obtuvo la puntuación más baja en dicho ítem.

Los ítems del 1 al 3 y el 8 de la S-PASS evalúan el control de tronco, y poseen un valor predictivo de la función de las actividades de la vida diaria un año después del ictus [37,38]. Dichos ítems coinciden con el *Trunk Control Test* (TCT) [39] en cuanto a las ejecuciones que se le piden al paciente, pero difieren en la posibilidad de utilización de ayudas y en la forma de puntuación. Así, el TCT no permite ayudas externas a los pacientes y el sistema de puntuación es más complicado: la puntuación máxima del TCT es de 100 puntos, cada ítem va de 0 (peor) –no puede realizar la acción–, 12 (medio) –la puede realizar ayudándose de sus extremidades superiores– a 25 (mejor) –completa la tarea–. La máxima puntuación del ítem 8 depende del tiempo que

el paciente puede permanecer en sedestación sin ayuda, cinco minutos en la S-PASS y 30 segundos en el TCT; sin embargo, unos pocos segundos parecen tiempo insuficiente para valorar el equilibrio en sedestación; así, la *Berg Balance Scale* utiliza dos minutos para considerar el equilibrio como bueno.

A diferencia de otras escalas, los ítems del 1 al 4 de la S-PASS para la valoración del equilibrio del tronco permiten detectar pequeños cambios en el control postural, incluso cuando éste está muy deteriorado. Ello posibilita al clínico controlar la evolución o progresión del paciente en fases iniciales y poder aplicarle el tratamiento más adecuado. Es importante destacar la importancia y utilidad de una medición adecuada y ajustada del control postural y equilibrio para el posterior manejo terapéutico de dichos pacientes.

En conclusión, la versión española de la PASS es válida y fiable para valorar el equilibrio y control postural en pacientes adultos postictus, aunque presenten un gran deterioro del control postural. Especialmente es sensible en fases iniciales del ictus para detectar cambios en el control postural y equilibrio, aunque a partir de los tres meses aún es útil. Por otro lado, los índices de fiabilidad son comparables a los de la escala original. Dicha escala es de gran utilidad en la práctica clínica y en estudios de investigación, dada su sencillez, facilidad de aplicación y fiabilidad. En consecuencia, su utilización rutinaria podría permitir una elección del tratamiento más ajustada a la necesidad particular de cada individuo, y así aumentar la eficacia de las intervenciones.

#### Bibliografía

- Fernández de Bobadilla J, Sicras-Mainar A, Navarro-Artieda R, Planas-Comes A, Soto-Álvarez J, Sánchez-Maestre CA, et al. Estimación de la prevalencia, incidencia, comorbilidades y costes directos asociados en pacientes que demandan atención por ictus en un ámbito poblacional español. *Rev Neurol* 2008; 46: 397-405.
- Gresham GE, Fitzpatrick TE, Wolf PA, McNamara PM, Kannel WB, Dawber TR. Residual disability in survivors of stroke—the Framingham Study. *N Engl J Med* 1975; 293: 954-6.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006; 86: 30.
- Weerdesteyn V, De Niet M, Van Duijnhoven HJR, Geurts ACH. Falls in individuals with stroke. *Rehabilitacja Medyczna* 2009; 13: 39-54.
- Oliveira CB, Medeiros IRT, Greters MG, Frota NAF, Lucato LT, Scaff M, et al. Abnormal sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after stroke. *Clinics* 2011; 66: 2043-8.
- Batchelor FA, Mackintosh SF, Said CM, Hill KD. Falls after stroke. *Int J Stroke* 2012; 7: 482-90.
- Eng JJ, Pang M, Ashe MC. Balance, falls, and bone health: role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45: 297-313.
- Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother* 2001; 47: 89-101.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006; 35 (Suppl 2): ii7-11.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 4 ed. China: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
- Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 510-7.
- Nichols DS, Miller L, Colby LA, Pease WS. Sitting balance: its relation to function in individuals with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 865-9.
- Tessem S, Hagstrom N, Fallang B. Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. *Physiother Res Int* 2007; 12: 82-94.
- Shumway-Cook A, Silver IF, LeMier M, York S, Cummings P, Koepsell TD. Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007; 62: 1420-7.
- Schmid AA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, Miller KK, Combs SA, Page SJ. Balance is associated with quality of life in chronic stroke. *Topics Stroke Rehabil* 2013; 20: 340-6.
- Di Monaco M, Trucco M, Di Monaco R, Tappero R, Cavanna A. The relationship between initial trunk control or postural balance and inpatient rehabilitation outcome after stroke: a prospective comparative study. *Clin Rehabil* 2010; 24: 543-54.
- Tyson S, Connell L. How to measure balance in clinical practice. A systematic review of the psychometrics and clinical utility of measures of balance activity for neurological conditions. *Clin Rehabil* 2009; 23: 824.
- Cabanas-Valdés R, Urrútia-Cuchi G, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *Neurorehabilitation* 2013; 33: 575-92.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995; 27: 27.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986; 34: 119-26.
- Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther* 2009; 89: 484.
- Tyson SF, DeSouza LH. Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke. *Clin Rehabil* 2004; 18: 801.
- Fugl-Meyer A, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975; 7: 13.
- Benaïm C, Perennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke* 1999; 30: 1862.
- Liaw L, Hsieh C, Lo S, Chen H, Lee S, Lin J. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients. *Disabil Rehabil* 2008; 30: 656-61.
- Mao H, Hsueh I, Tang P, Sheu C, Hsieh C. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke* 2002; 33: 1022-7.
- O'Dell MW, Au J, Schwabe E, Batistick H, Christos PJ. A comparison of two balance measures to predict discharge performance from inpatient stroke rehabilitation. *PM&R* 2013; 5: 392-9.
- Yu W, Hsueh I, Hou W, Wang Y, Hsieh C. A comparison of responsiveness and predictive validity of two balance measures in patients with stroke. *J Rehabil Med* 2012; 44: 176-80.
- Clark E, Hill KD, Punt TD. Responsiveness of 2 scales to evaluate lateropulsion or pusher syndrome recovery after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 149-55.
- Walter S, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med* 1998; 17: 101-10.



31. Zou G. Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med* 2012; 31: 3972-81.
32. Hong KS, Saver JL. Quantifying the value of stroke disability outcomes: WHO global burden of disease project disability weights for each level of the modified Rankin Scale. *Stroke* 2009; 40: 3828-33.
33. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12: 189-98.
34. Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales: a practical guide to their development and use*. Oxford: Oxford University Press; 2008.
35. Montaner J, Álvarez-Sabín J. La escala de ictus del National Institute of Health (NIHSS) y su adaptación al español. *Neurología* 2006; 21: 192-202.
36. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. New York: John Wiley & Sons; 2013.
37. Wang C, Hsueh I, Sheu C, Hsieh C. Discriminative, predictive, and evaluative properties of a trunk control measure in patients with stroke. *Phys Ther* 2005; 85: 887-94.
38. Hsieh CL, Sheu CE, Hsueh I. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* 2002; 33: 2626.
39. Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 576.

### Spanish translation and validation of the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) to assess balance and postural control in adult post-stroke patients

**Introduction.** In the last years the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) has become in the most common utility to assess balance and postural control in adult patients who have suffered a stroke, especially in the acute and subacute phase.

**Aim.** To translate the PASS into Spanish and to validate it as an instrument to evaluate balance and postural control in adult stroke patients in Spain.

**Patients and methods.** The French version was translated into Spanish, this version was agreed by a team of experts. Later a back-translation was made into French and was sent to original author, who approved this version. To assess the interrater and intrarater reliability were performed four measurements on 60 post-stroke patients which was recorded a videotape. Two of these measurements were performed by the same rater, and the third and fourth by a second and third rater.

**Results.** The values refer to the total score of the scale and reflect a reliability of 0.999. They also show a reliability greater than 0.90 in each of the items in both intrarater and interrater comparisons as an internal consistency of 0.94.

**Conclusions.** The Spanish version of PASS is valid and can reliably evaluate balance and postural control for adult stroke survivors.

**Key words.** Balance. Postural control. Reliability. Stroke. Validation.

**Publicación 3**

***Validation of the Spanish version of the Trunk Impairment Scale Version 2.0 (TIS 2.0) to assess dynamic sitting balance and coordination in post-stroke adult patients***

*Topics in Stroke Rehabilitation*

Rosa Cabanas-Valdés, Caritat Bagur-Calafat, Fernanda M<sup>a</sup> Caballero-Gómez,  
Ana Germán-Romero, Gerard Urrútia, Montserrat Girabent-Farrés

Artículo aceptado y pendiente de publicación

Factor de impacto 2013: 1226. Area de rehabilitación. Quartil 3

..



Se evaluaron a 58 pacientes reclutados de forma consecutiva, con una media de edad de  $70,6 \pm 15,3$  años (rango de 21 a 95) y los cuales cumplían los criterios de inclusión. El reclutamiento y registro de los pacientes tuvo una duración de 6 meses. Se recogieron los datos demográficos y las características clínicas de la población de estudio. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos  $p=0,796$ . De los 58 pacientes, diez (5,8%) no pudieron mantener la posición inicial durante 10 segundos y por tanto se les asignó una puntuación total de la versión española de la TIS 2.0, de aquí en adelante se nombrará S-TIS 2.0, de 0 puntos pero fueron incluidos en el análisis. Por otro lado, ninguno de los participantes consiguió la máxima puntuación total de 16 puntos. La media total de la escala fue de  $6,19 \pm 3,63$  puntos, lo cual indica un deficiente equilibrio en sedestación y rendimiento del tronco. Respecto a la subescala ED la media fue de  $4,53 \pm 3,3$  puntos y en la subescala C la media fue de  $1,65 \pm 1,48$ .

La fiabilidad fue calculada con el índice de Kappa el cual fue superior a 0,8 en todos los casos para la concordancia intraobservador y entre 0,487 y 1 en la interobservador. La consistencia interna mediante el alfa de Cronbach de la puntuación total fue de 0,896 y para las subescalas equilibrio dinámico en sedestación y coordinación fue de 0,899 y 0,613 respectivamente. El ICC para la suma de las puntuaciones de las diferentes subescalas fue superior a 0,9 para todas ellas.



# Validation of the Spanish version of the trunk impairment scale version 2.0 (TIS 2.0) to assess dynamic sitting balance and coordination in post-stroke adult patients

Rosa Cabanas-Valdés<sup>1</sup>, Gerard Urrútia<sup>2</sup>, Caritat Bagur-Calafat<sup>1</sup>,  
Fernanda M<sup>1</sup> Caballero-Gómez<sup>3</sup>, Ana Germán-Romero<sup>1</sup>, Montserrat Girabent-Farrés<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat Internacional de Catalunya (UIC) Barcelona, Catalonia, Spain, <sup>2</sup>Centro Cochrane Iberoamericano, Institut d'Investigació Biomèdica Sant Pau, CIBERESP, Barcelona, Catalonia, Spain, <sup>3</sup>Department of Physiotherapy (Biostatistical Unit), Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat Internacional de Catalunya Barcelona, Catalonia, Spain, <sup>4</sup>Physical Medicine and Rehabilitation, Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari Barcelona, Catalonia, Spain

**Background:** In recent years, the Trunk Impairment Scale version 2.0 (TIS 2.0) has been a frequently used scale to assess dynamic sitting balance (DSB) and trunk control for stroke patients.

**Objective:** To translate the TIS 2.0 into Spanish and validate, it as an instrument to evaluate DSB and trunk control and coordination for post-stroke adult patients.

**Methods:** The original version was translated into Spanish and was agreed by a team of experts. A back-translation into English was subsequently performed and sent to the original author, who approved this version. Fifty-eight post-stroke patients' performance was recorded on a videotape. These videos were then used to carry out four measurements to assess the intra-rater and inter-rater reliability, two of these were performed by the same rater and the third and fourth by a second and third rater.

**Results:** The reliability was calculated by the Kappa index, and was superior to 0.80 for intra-rater reliability, while inter-rater reliability varied from 0.487 to 1. Cronbach's alpha for internal consistency was 0.896 and to subscales DSB and coordination were 0.899 and 0.613 respectively. Intra-class correlations (ICC) for the summed scores of the different subscales were above 0.90 for all of them.

**Conclusion:** The Spanish version of the TIS 2.0 is valid and reliable, and can be recommended for use in the evaluation of DSB and trunk control and coordination in future research on post-stroke patients. Guidelines for treatment and level of quality of trunk activity can be derived from its use.

**Keywords:** Validation, Translation, Balance, Sitting, Trunk, Stroke cerebrovascular disorders, Reliability

## Introduction

After suffering a stroke, patients often have abnormal lateral trunk control, especially on the affected side.<sup>1</sup> This interferes with balance,<sup>2</sup> stability and posture.<sup>3</sup> Trunk control is closely correlated with overall functional independence and the ability to walk.<sup>4</sup> Trunk stabilization is crucial to maintaining good static and dynamic balance of the body<sup>5,6</sup> as it provides a solid basis for exerting and resisting force,<sup>7</sup> as well as for performing activities of daily living.

Trunk performance in the first 2 weeks (1–2) is an important predictor of independent walking ability and motor functional outcome at 6 months post-stroke.<sup>8</sup> Individual scales are assessment tools that allow health professionals to quantify their clinical observations on objective measures and thus to identify changes in patient outcomes. They are also useful for performing scientific studies and sharing information with other health professionals. A systematic review<sup>9</sup> of 11 randomized control trials that aimed to evaluate two physiotherapeutic approaches to sitting balance and trunk control in post-stroke patients found that the Trunk Impairment Scale (TIS) was the most frequently used assessment tool in the field of research.<sup>10</sup>

Correspondence to: Rosa Cabanas-Valdés, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat Internacional de Catalunya (UIC) Josep Trueta st, E-08195 Sant Cugat del Vallés (Barcelona), Catalonia, Spain. Email: rosacabanas@uic.es

The TIS was developed in 2004. It originally consisted of three subscales and has a high predictive value at 6 months.<sup>11</sup> In 2010, further analysis of its internal validity using a Rasch model led to the elimination of the static sitting balance subscale. The resulting version, called the TIS 2.0<sup>12</sup> thus included only two subscales, one for DSB and one for coordination, improving its predictive power and simplicity of use. The TIS has been validated for patients with multiple sclerosis,<sup>13</sup> Parkinson's disease,<sup>14</sup> traumatic brain injury<sup>15</sup>, and cerebral palsy in both children<sup>16</sup> and teenagers.<sup>17</sup> Norwegian<sup>18</sup> and Korean<sup>19</sup> versions of the TIS have also been produced.

Given the importance of this scale as an assessment and prediction tool in neurology, there is a need for a version in Spanish, one of the three most widely spoken languages in the world. This study thus aimed to translate to Spanish and validate the TIS 2.0 as an instrument for measuring DSB, trunk control and coordination in adult post-stroke patients

## Methods

Given the large number of items and dimensions, the number of individuals required to carry out the validation and reliability analysis of the scale was calculated according to the recommendations of Walter (1998)<sup>20</sup> and Zou (2012).<sup>21</sup> It was thus determined that a sample of 58 patients was needed to obtain a confidence level of 95%, a statistical power of 80%, and expected intra- and inter-rater reliability levels of 0.85.

The study participants were recruited from Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari, a referral hospital for the Catalan stroke code. Patients who met the inclusion criteria upon admission were then invited to participate in the study. The inclusion criteria were: adults who had suffered a stroke with a prior disability on the modified Rankin Scale (mRS)  $\leq 3$ ,<sup>22</sup> absence of dementia and previous diseases affecting balance, clinical stability, comprehension of the instructions and ability to give informed consent. The patients could be in any of the three stroke phases: acute ( $\leq 7$  days), subacute ( $>7$  days and  $\leq 3$  months) or chronic ( $>3$  months). The Parc-Taulí Sabadell Hospital Universitari and Universitat Internacional de Catalunya (International University of Catalonia, UIC) ethics committees approved the study.

The study consisted of two different phases:

### Phase I

Translation and back-translation of the scale as recommended by Streiner and Norman.<sup>23</sup> Authorization was first obtained from the principal author of the

TIS 2.0, Dr. Geert Verheyden, to translate it into Spanish and validate the translation. The items and instructions in the original version (in English) were subsequently translated to Spanish independently by two bilingual Spanish-English translators. These translations were then used by six experts on the topic to produce a single Spanish-language version. The Spanish consensus version of the TIS 2.0 was then used to produce two English back-translations. To that end, the collaboration of two native English-speaking bilingual health professionals (other than the above) was requested to create a final version in English. The later was agreed between the two translators and the principal investigator, and presented to Dr. Verheyden, who gave it his approval.

### Phase II: Reliability analysis of the Spanish version of the TIS 2.0 (hereafter S-TIS 2.0)

First, three observers (R, M, and B) were trained in the correct use of the scale by a video produced by Dr. Verheyden.<sup>24</sup> This allowed them to familiarize themselves with its administration to stroke patients, and ensured a uniform application of the assessment criteria. Observer (R) filmed each of the study patients under the same conditions. All were given the same instructions with regard to the movements they needed to make so that the scale items could be adequately scored. The starting position for each item was the same. These aspects ensured that the observation conditions would be the same for each patient. These videotapes also prevented patient fatigue, as the patients would not need to repeat each item scale three times to enable the assessment of inter-rater and intra-rater reliability.

To assess inter-rater reliability, each of the three observers separately scored each of the items of the S-TIS 2.0 from every video recording. For intra-rater reliability, observer (R) conducted a second assessment based on the same videotape after a minimum time interval of 15 days, to prevent her/him from remembering the data from the first evaluation. The videotapes were deposited at the UIC Faculty of Medicine in order to ensure the confidentiality of the patients. All personal data was processed in accordance with the requirements set forth in Spanish Royal Decree 15/1999 of 13 December on personal data protection.

### Variables

Information on the patients' age, gender, date of stroke onset, lesion type and location, most affected side of the body, stroke severity at baseline according to the score on the National Institutes of Health

Stroke Scale (NIHSS)<sup>25</sup> and disability prior to stroke on the mRS was extracted from the patients' medical records.

The patients' scores were calculated for the S-TIS 2.0 (see Appendix) as a whole and for the two subscales: DSB and coordination (C). All scale items were scored with patients in the sitting position. If a patient failed to perform a given required movement properly, he or she was allowed to try three times, and the best score was used.

The DSB subscale consists of 10 items, each scoring between 0 or 1, thus enabling a maximum score of 10 points. In items 1–3, the patient had to perform the same action (lateral trunk flexion toward the affected side, starting from the upper trunk), and the completion of the movement was scored, as well as the quality of different compensations. The same process was repeated with items 4–6, but on the unaffected side. Items 7–8 and 9–10 (lateral trunk flexion initiated from the lower trunk toward the affected and unaffected side, respectively) scored the performance of the requested action and movement quality.

The C subscale consists of four items, with a maximum total score of six points. In items 1 and 2, the patients are instructed to rotate their upper trunk toward the affected and unaffected side, respectively, while in items three and four they are asked to rotate their lower trunk. The score for each item can be 0, 1, or 2, depending on the performance, symmetry, and speed of execution of the movement.

The highest possible total score for the S-TIS 2.0 is consequently 16 points, which indicates a good DSB and correct trunk control and sitting coordination. If the patient cannot maintain a sitting position for 10 seconds without back and arm support, with hands on thighs, feet in contact with the ground and knees bent at 90°, the total score for the scale is 0 points. The scale is simple to use, and the only equipment needed to administer it is a bed or plinth with an adjustable height and a stopwatch. It is estimated that it takes about 10 minutes to administer, depending on the patient's degree of impairment.

### Statistical methods

The first-response frequencies for each item and the mean and standard deviation of the total and each of the subscale scores were calculated. Cronbach's alpha was used to assess the internal consistency of the scale and subscales (where values above 0.70 are indicative of good consistency). Intra- and inter-rater reliabilities were calculated using the

Kappa index for each item on the scale and by intra-class correlation coefficient (ICC), with a confidence interval of 95% for the total scores of both the whole scale and subscales. These scores were then taken as a reference to establish the reliability thresholds described by Fleiss (2004)<sup>26</sup> where an ICC  $\geq 0.8$  means excellent reliability, an ICC  $> 0.6$  and  $\leq 0.8$  means good reliability, an ICC  $> 0.4$  and  $\leq 0.6$  means moderate reliability, and an ICC  $\leq 0.4$  means weak or poor reliability. Data analysis was performed using the computer program Statistical Package for Social Services (SPSS) v. 21.

### Results

A total of 58 consecutive patients with a mean age of  $70.6 \pm 15.3$  years (range 21–95) were evaluated. The patients were recruited and registered over a period of 6 months. Table 1 shows the study population's demographic and clinical characteristics. There were no statistically significant differences between genders ( $P=0.796$ ). Of the 58 patients, ten (5.8%) were unable to maintain the initial position for 10 seconds and were therefore assigned a total S-TIS 2.0 score of 0 points. Furthermore, none of the patients scored the maximum total of 16 points. All the patients were included in the analysis. The mean total score for the scale was  $6.19 \pm 3.63$  points; the mean score for the DSB subscale was  $4.53 \pm 3.3$  points; and the mean score for the C subscale was  $1.65 \pm 1.48$  points.

Regardless of the observer, item 4 of the DSB subscale "Patient is instructed to touch the bed or table with the unaffected elbow (by shortening the unaffected side and lengthening the hemiplegic side) and return to the

**Table 1 Demographics and clinical characteristics of the study sample**

Variables	
Male/female, <i>n</i> (%)	36 (62%)/22 (38%)
Age, years, mean $\pm$ SD, min–max	$70.6 \pm 15.3$ [21–95]
Most affected body half, <i>n</i> (left/right)	29/29
Stroke diagnosis (Haemorrhagic/Ischemic), <i>n</i>	15/43
Acute phase ( $\leq 7$ days), <i>n</i>	10
Subacute phase ( $> 7$ days $\leq 3$ months), <i>n</i>	38
Chronic phase ( $> 3$ months), <i>n</i>	10
NIHSS (mean $\pm$ SD), min–max	$9.9 \pm 8.6$ [1–42]
Modified Ranking Scale, mean $\pm$ SD, min–max	$0.42 \pm 0.9$ [0–3]
Localization of lesion, <i>n</i>	
Middle cerebral artery	32
Brainstem	4
Cerebellum	3
Lacunar infarct	8
Basal Ganglia	7

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale



## Resultados

Rosa Cabanas-Valdés et al. Validation of the Spanish version of the TIS 2.0

starting position” received the highest score, with 75.9% of participants able to complete it. In contrast, the lowest scoring items were the symmetric rotations of the lower and upper trunk within 6 seconds (items 2 and 4, C subscale), with more than 90% of patients unable to perform them (Table 2). Item 1 of the DSB subscale “Patient is instructed to touch the bed or table with the hemiplegic elbow (by shortening the hemiplegic side and lengthening the unaffected side) and return to the starting position” showed the greatest inter-rater concordance (the same score in all cases) (Table 3). An analysis of the internal consistency with Cronbach’s alpha yielded a score of 0.896 for the full S-TIS 2.0, and of 0.899 and 0.613 for the DSB and C subscales, respectively. The intra- and inter-rater reliability of each item in the scale was excellent for most of the items (Kappa index  $\geq 0.8$ ). Only item 4 on the C subscale showed moderate reliability (Kappa=0.487) (Table 4). Both the total amount for the entire S-TIS 2.0 scale (Fig. 1) and for each of the subscales were greater than 0.9, signifying excellent reliability in all cases.

### Discussion

This study aimed to translate the TIS 2.0 into Spanish and to validate the psychometric properties of the Spanish version as an instrument for assessing DSB, trunk control, and performance and coordination in adult stroke patients. The Spanish version (S-TIS 2.0) showed excellent internal consistency and high inter- and intra-rater reliability. The characteristics of the patients in both the validation study of the original scale and this study were similar to each other and to those of other European and United States populations.

Considering the whole scale, the psychometric parameters obtained with the S-TIS 2.0 were similar to those of the TIS 2.0. Likewise, the frequency of

each item was largely the same as for the original scale in terms of both highest- and lowest-scoring items. The internal consistency by Cronbach’s alpha of the total scale was 0.896, indicating that it is homogeneous and that there is a high concordance between the included items. The intra-rater reliability was excellent, and the inter-rater reliability very good, with similar data to those obtained for the original scale. The ICC of the S-TIS 2.0 scale was higher than 0.9 indicating good precision and excellent reliability. The original scale had similar results.

When analyzing subscales DSB and C, the internal consistency was 0.899 and 0.613, respectively. The results were 0.86 and 0.65 for the original DSB and C subscales. The results of the summation of the scores of the subscales S-TIS 2.0 analyzed with ICC were also higher than 0.9, and has precision and reliability that were as good as the whole scale. The original English version had similar results, with an ICC ranging from 0.85 to 0.98. S-TIS 2.0 has the same psychometric properties as the original scale.

The S-TIS 2.0 assesses four movements made in a sitting position, lateral flexion, and trunk rotations, initiated either from the shoulder and pelvic girdles. Unlike other scales that assess balance in sitting position, S-TIS also evaluates movement quality and motor compensations. This scale also enables detection of possible movement combinations and the presence of a restricted repertoire of stereotypical movement patterns.<sup>27</sup> All these aspects are important and need to be included on a neurological patient’s scales to improve their quality of life and functional independence.

The four tasks of the DSB subscale evaluate an appropriate shortening or lengthening of both sides of the trunk and the use of compensation strategies.

Table 2 Frequency distribution of intra- and inter-rater agreement of dynamic sitting balance (DSB) and coordination (C)

Item	Score 0 (%)				Score 1 (%)				Score 2 (%)			
	R1	R2	M	B	R1	R2	M	B	R1	R2	M	B
1 DSB	36.2	37.9	36.2	36.2	63.8	62.1	63.8	63.8				
2 DSB	43.1	43.1	41.4	41.4	56.9	56.9	58.6	58.6				
3 DSB	70.7	70.7	69	70.7	29.3	29.3	31	29.3				
4 DSB	24.1	24.1	24.1	25.9	75.9	75.9	75.9	74.1				
5 DSB	27.6	27.6	32.8	29.3	72.4	72.4	67.2	70.7				
6 DSB	63.8	62.1	60.3	62.1	36.2	37.9	39.7	37.9				
7 DSB	62.1	62.1	70.7	55.2	37.9	37.9	29.3	44.8				
8 DSB	82.8	82.8	84.5	79.3	17.2	17.2	15.5	20.7				
9 DSB	55.2	55.2	51.7	50	44.8	44.8	48.3	50				
10 DSB	81	81	79.3	77.6	19	19	20.7	22.4				
1 C	25.9	25.9	25.9	29.3	34.5	37.9	36.2	36.2	37.9	36.2	37.9	37.9
2 C	93.1	94.8	91.4	94.8	6.9	5.2	8.6	5.2				
3 C	67.2	63.8	63.8	63.8	19	24.1	20.7	22.4	13.8	12.1	15.5	13.8
4 C	98.3	98.3	98.3	94.8	1.7	1.7	1.7	5.2				

\* Some items are dichotomous, others polytomous. Where values are not used in the scoring systems, the cells have been left blank.

**Table 3** Kappa Index reliability of intra- and inter-rater agreement percentage of dynamic sitting balance (DSB) and coordination (C)

	Intra-rater		Inter-rater	
DSB				
Ítem 1	0.963	0.925	0.925	0.925
Ítem 2	1	0.894	0.965	0.929
Ítem 3	0.917	0.959	0.834	0.795
Ítem 4	1	1	0.954	0.954
Ítem 5	1	0.878	0.873	0.920
Ítem 6	0.963	0.927	0.962	0.889
Ítem 7	1	0.964	0.859	0.894
Ítem 8	1	0.937	0.888	0.826
Ítem 9	1	0.792	0.897	0.897
Ítem 10	1	0.946	0.895	0.847
C				
Ítem 1	0.896	0.869	0.922	0.792
Ítem 2	0.848	0.880	0.848	0.733
Ítem 3	0.898	0.831	0.932	0.836
Ítem 4	1	1	0.487	0.487

**Table 4** Sum of the total subscales and total intra- and inter-rater S-TIS 2.0

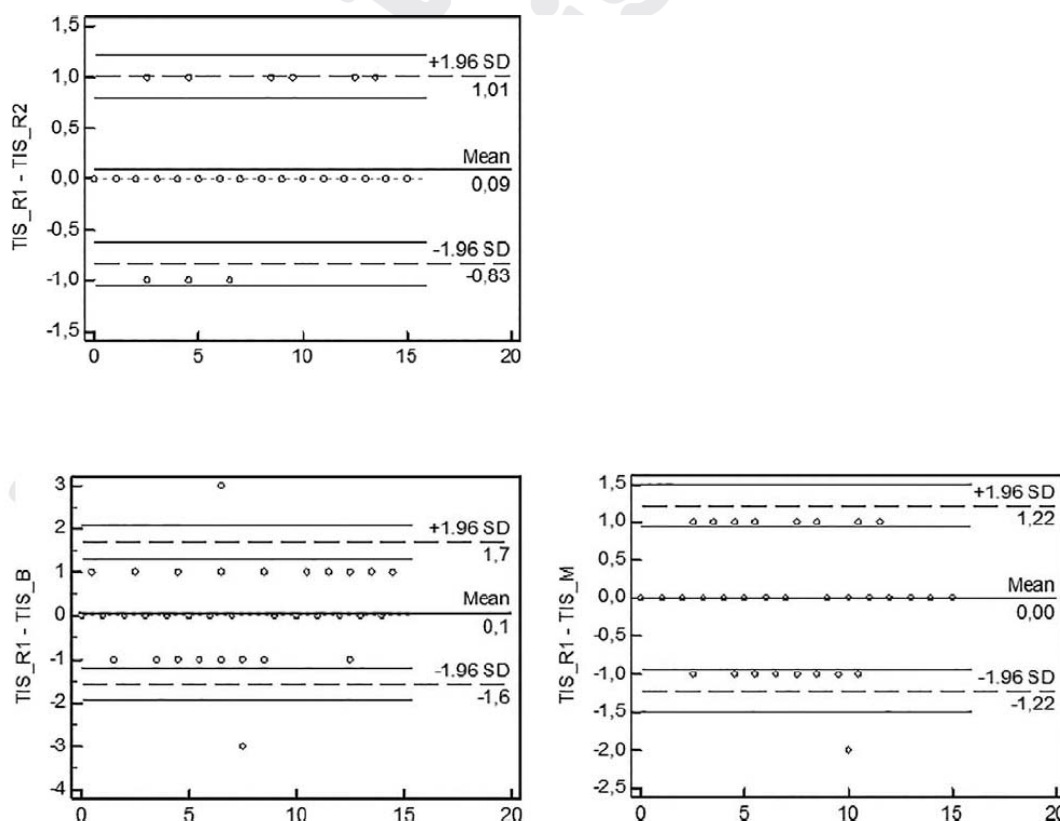
	Intra-rater		Inter-rater	
	ICC	ICC 95%	ICC	ICC 95%
DSB Total	0.998	0.997–0.999	0.996	0.994–0.998
C Total	0.990	0.983–0.994	0.984	0.975–0.990
TIS Total	0.998	0.997–0.999	0.996	0.994–0.998

ICC: Intra-class correlation coefficient, DSB: dynamic sitting balance and C coordination.

This method was found to be more reliable than scoring symmetrical or asymmetrical performance as an index of quality of movement.<sup>28</sup> Subscale (C) is the only one that evaluates the symmetry of the (timed) co-ordination of the lower and upper part of the trunk. Furthermore, fast and alternating trunk movements are difficult to achieve, making this scale useful in chronic stroke patients, as it has no ceiling effect.

S TIS 2.0 sometimes is very quick to score because some items on the scale depend on others, which implies that if an item scores 0, the following items subject to it also score 0. This can reduce the time spent on conducting the clinical examination.

The scale has some positive features: (i) each item can be performed three times, allowing the patient to correct or improve the movement between one attempt and the next; (ii) the movements that the patient must perform are explained by the evaluator, who may demonstrate the action if the patient does not understand. These characteristics are helpful for patients, as they enable them to learn the required action. In contrast, one negative aspect may be that the patient is not allowed to receive any external or internal support (e.g. support from an upper extremity), unlike other scales, such as the Function in Sitting Test (FIST).<sup>29</sup> This might explain the poorer outcome observed with item 4 of the C subscale, which was particularly difficult for



**Figure 1** Bland-Altman graph for intra- and inter-rater reliability of the total scale: S-TIS 2.0

participants to complete and had lower inter-rater concordance. This item asks patients to rotate their hemipelvis forward, leaving the other side stable, which can be difficult without assistance of either the upper limb or another person.

Although the S-TIS 2.0 does not assess patients' ability to react to an improvised balance disturbance, it is the only scale that identifies deficiencies in the musculature of the trunk at the level of body functions and structures according to the International Classification of Functioning Disability and Health (ICF).<sup>30</sup> Other validated scales, such as the FIST, Trunk Control Test (TCT)<sup>31</sup> and Sit and Reach Test (SRT),<sup>32</sup> focus on evaluating activities and participation according to the ICF. Some authors have therefore suggested using both types of scales in the assessment of post-stroke patients.<sup>29</sup>

There is currently no gold standard for testing seated postural control, and the TIS 2.0 was not compared with other measures for external validity. However, the external validity of the English version has already been proved in relation to the TCT scale, showing a concurrent validity of 0.83.

The S-TIS 2.0 is a short quantitative tool, which can be administered during bed mobility assessment for patients with a variety of trunk impairments following acute, subacute and chronic ictus, including pusher syndrome. Use of the TIS 2.0 in a physical examination may inform the clinicians about important aspects of the motor control of the trunk and the quality of trunk movement in stroke patients. As all the items have reasonably high loadings on the general factor "trunk control", a simple sum score based on the items should reflect trunk control to a high degree.<sup>33</sup> It can therefore be used as a guide for treatment in order to improve the patient's activity level and independence.

In the light of the foregoing, this scale could be very useful in research studies, given its simplicity, reliability and ease of application. In clinical practice, these findings are beneficial to quantify trunk impairments during rehabilitation management.

### Conclusion

The S-TIS 2.0 is a clinical test to measure motor impairment of the trunk, and is a reliable and valid scale for measuring DSB and trunk coordination in stroke survivors. Statistical analysis of the different clinimetric parameters of the S-TIS 2.0 endorse its further use in clinical practice as well as in research. Indeed, its routine use could enable a choice of treatment better suited to the particular needs of each individual treatment, and increase the effectiveness of interventions.

### Acknowledgements

Dr. Xavier Gironés, Pere Ramón Rodríguez, Juan José García, Laia Monné, Ernesto Herrera, Dra. Begoña Campos, Mandy Lee, Joan Plottner, Marta Valentin and Mónica Junquero. Institution Parc-Taulí Sabadell Hospital Universitari

### Disclaimer Statements

#### Contributors

#### Funding

The author received financial support from the *Societat Catalano-Balear de Fisioteràpia* (Catalan-Baleari Physiotherapy Society) and the *Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya* (Catalan Association of Physical Therapists).

### Conflicts of interest

The authors declare no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

### Ethics approval

The Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari and Universitat Internacional de Catalunya (International University of Catalonia, UIC) ethics committees approved the study. This study follows the guidelines of the Declaration of Helsinki.

### References

- 1 van Nes JJ, Nienhuis B, Latour H, Geurts AC. Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait Posture*. 2008;28(3):507–512.
- 2 Jijimol G, Fayaz R, Vijesh P. Correlation of trunk impairment with balance in patients with chronic stroke. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(2):323–325.
- 3 Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in uni-hemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004; 83(2):81.
- 4 Likhi M, Jidesh V, Kanagaraj R, George JK. Does trunk, arm, or leg control correlate best with overall function in stroke subjects? *Top Stroke Rehabil*. 2013;20(1):62–67.
- 5 Behm D, Drinkwater E, Willardson J, Cowley P. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35(1):91–108.
- 6 Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189–198.
- 7 Anderson K, Behm DG. The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Med*. 2005; 35(1):43–53.
- 8 Duarte E, Marco E, Muniesa JM, Belmonte R, Aguilar JJ, Escalada F. Early detection of non-ambulatory survivors six months after stroke. *NeuroRehabilitation*. 2010;26(4): 317–323.
- 9 Cabanas-Valdes R, Urrútia-Cuchi G, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(4):575–592.
- 10 Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, Preger R, Kiekens C, De Weerd W. The trunk impairment scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clin Rehabil*. 2004; 18(3):326.

## Rosa Cabanas-Valdés et al. Validation of the Spanish version of the TIS 2.0

- 11 Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, Feys H, Schuback B, Baert I, et al. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 2007;78(7):694.
- 12 Verheyden G, Kersten P. Investigating the internal validity of the trunk impairment scale (TIS) using rasch analysis: the TIS 2.0. *Disabil Rehabil*. 2010;32(25):2127–2137.
- 13 Verheyden G, Nuyens G, Nieuwboer A, Van Asch P, Ketelaer P, De Weerd W. Reliability and validity of trunk assessment for people with multiple sclerosis. *Phys Ther*. 2006;86(1):66–76.
- 14 Verheyden G, Willems A, Ooms L, Nieuwboer A. Validity of the trunk impairment scale as a measure of trunk performance in people with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(10):1304–1308.
- 15 Verheyden G, Hughes J, Jelsma J, Nieuwboer A, De Weerd W. Assessing motor impairment of the trunk in patients with traumatic brain injury: reliability and validity of the trunk impairment scale. *S Afr J Physiother*. 2006;62(2):23–28.
- 16 Sæther R, Jørgensen L. Intra- and inter-observer reliability of the trunk impairment scale for children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2011;32(2):727–739.
- 17 Saether R, Helbostad JL, Adde L, Jørgensen L, Vik T. Reliability and validity of the trunk impairment scale in children and adolescents with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2013;34(7):2075–2084.
- 18 Gjelsvik B, Breivik K, Verheyden G, Smedal T, Hofstad H, Strand LI. The trunk impairment scale-modified to ordinal scales in the norwegian version. *Disabil Rehabil*. 2012;34(16):1385–1395.
- 19 Du Seo H, Chung YJ. Reliability of the Korean version of the trunk impairment scale in patients with stroke. . 2008;15(4):87–94.
- 20 Walter S, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med*. 1998;17(1):101–110.
- 21 Zou G. Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med*. 2012;31(29):3972–3981.
- 22 Hong KS, Saver JL. Quantifying the value of stroke disability outcomes: WHO global burden of disease project disability weights for each level of the modified Rankin scale. *Stroke*. 2009;40(12):3828–3833.
- 23 Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales: a practical guide to their development and use*. Oxford: Oxford University Press; 2008.
- 24 Verheyden G. Available from: <https://www.youtube.com/results?q=trunk+impairment+scale>. Accessed 2013 August 5
- 25 Wityk RJ, Pessin MS, Kaplan RF, Caplan LR. Serial assessment of acute stroke using the NIH stroke scale. *Stroke*. 1994;25(2):362–365.
- 26 Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. : John Wiley & Sons; 2013.
- 27 Levin MF, Panturin E. Sensorimotor integration for functional recovery and the Bobath approach. *Motor Control*. 2011;15(2):285–301.
- 28 Nieuwboer A, Feys H, Weerd W, Nuyens G, Corte ED. Developing a clinical tool to measure sitting balance after stroke: a reliability study. *Physiotherapv*. 1995;81(8):439–445.
- 29 Gorman SL, Radtka S, Melnick ME, Abrams GM, Byl NN. Development and validation of the function in sitting test in adults with acute stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2010;34(3):150–160.
- 30 World Health Organization. *International classification of functioning disability and health (ICF)*. 2001.
- 31 Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 1990;53(7):576.
- 32 Tsang YL, Mak MK. Sit-and-reach test can predict mobility of patients recovering from acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(1):94–98.
- 33 Gustafsson J. *Unidimensionality and interpretability of psychological instruments*. 2010.

### Appendix. Trunk Impairment Scale (TIS 2.0) Spanish version TIS 2.0

#### Instrucciones

Identificación del paciente: .....

.....

Lado más afectado (percibido por el paciente)

Derecho  Izquierdo

Fecha: .....

La posición inicial de cada ítem es la misma.

El paciente está sentado en el borde de una cama o camilla sin soporte de tronco o brazos. Los muslos hacen pleno contacto con la cama o camilla, la separación de los pies debe de ser la misma que la anchura de las caderas y deben estar en contacto con el suelo. El ángulo de las rodillas es de 90°. Los brazos se apoyan sobre los muslos. Si hay hipertonía, la posición del brazo afecto se considera como la posición inicial. La cabeza y el tronco coinciden con la línea media en la medida de lo posible.

Si el paciente se cae o no puede mantener la posición inicial durante 10 segundos sin soporte de los brazos la puntuación total de la S-TIS es 0.

Cada ítem de la prueba se puede realizar tres veces. La puntuación más alta es la que puntúa. No se permite práctica previa. El paciente puede ser corregido entre los intentos. Las pruebas se explicarán verbalmente al paciente y en caso necesario el examinador le podrá hacer una demostración.(Table 5)

## Resultados

Equilibrio dinámico en sedestación	Puntuación
<p>1. Desde la posición inicial, el paciente es instruido a tocar la cama o la camilla con el codo más afecto (acortando el lado del tronco más afecto y alargando el lado del tronco menos afecto) y volver a la posición inicial.</p> <p>-El paciente se cae, necesita el apoyo de la extremidad superior o el codo no toca la cama o camilla.</p> <p>-El paciente se mueve activamente sin ayuda, toca la cama o camilla con el codo.</p> <p style="text-align: center;">Si la puntuación es 0 los ítems 2 y 3 serán 0.</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
<p>2. Repetir acciones descritas en el ítem 1.</p> <p>-El paciente no lo hace o acorta / alarga el lado contrario del tronco</p> <p>-El paciente demuestra el acortamiento / alargamiento adecuado del tronco</p> <p style="text-align: center;">Si la puntuación es 0 el ítem 3 será 0</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
<p>3. Repetir acciones descritas en el ítem 1</p> <p>-El paciente compensa. Compensaciones posibles son: (1) el uso de la extremidad superior, (2) abducción de la cadera contralateral, (3) flexión de la cadera (si el codo toca la cama o la camilla más distalmente que la mitad proximal del fémur), (4) flexión de la rodilla, (5) deslizamiento de los pies</p> <p>-El paciente se mueve sin compensaciones</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
<p>4. Desde la posición inicial el paciente es instruido a tocar la cama o camilla con el codo menos afecto (acortando el lado menos afecto del tronco y alargando el lado afecto) y volver a la posición inicial.</p> <p>- El paciente se cae o necesita el apoyo de una extremidad superior o el codo no toca la cama o la camilla</p> <p>- El paciente se mueve activamente sin ayuda, el codo toca la cama o la camilla.</p> <p style="text-align: center;">Si la puntuación es 0, ítem 5 y 6=0</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
<p>5. Repetir acciones descritas en el ítem 4</p> <p>-El paciente no lo hace o acorta / alarga el lado opuesto del tronco.</p> <p>-El paciente muestra el acortamiento/ alargamiento adecuado</p> <p style="text-align: center;">Si la puntuación es 0, ítem 6=0</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
<p>6. Repetir acciones descritas en el ítem 4.</p> <p>-El paciente compensa. Posibles compensaciones son: (1) el uso de la extremidad superior, (2) abducción de la cadera contralateral, (3) flexión de la cadera (si el codo toca la cama o la camilla más distalmente de la mitad proximal del fémur), (4) flexión de la rodilla, (5) deslizamiento de los pies</p> <p>-El paciente se mueve sin compensaciones</p>	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>

7. Desde la posición inicial, el paciente es instruido a elevar el lado más afecto de la pelvis de la cama o camilla (acortando el lado del tronco más afectado y alargando la parte menos afectada) y volver a la posición inicial -El paciente no lo hace o acorta / alarga el lado opuesto -El paciente muestra el acortamiento / alargamiento adecuado del tronco	0 1
8. Repetir acciones descritas en el ítem 7 - El paciente compensa. Posibles compensaciones son: (1) el uso de la extremidad superior, (2) empujar con el pie homolateral (el talón pierde el contacto con el suelo). - El paciente se mueve sin compensaciones	0 1
9. Desde la posición inicial el paciente es instruido a elevar la pelvis del lado menos afecto de la cama o camilla (mediante el acortamiento de la parte menos afectada y el alargamiento del lado más afectado del tronco) y volver a la posición inicial -El paciente no lo hace o presenta un acortamiento / alargamiento del lado opuesto del tronco. -El paciente muestra el adecuado acortamiento / alargamiento del tronco Si la puntuación es 0, ítem 10=0	0 1
10. Repetir acciones descritas en el ítem 9 -El paciente compensa. Posibles compensaciones son: (1) el uso de las extremidades superiores, (2) empujar con el pie homolateral (el talón pierde contacto con el suelo). -El paciente se mueve sin compensaciones. <b>Equilibrio dinámico en sedestación. Total:</b>	0 1 <b>/10</b>
<b><u>Coordinación</u></b>	puntuación
1-Desde la posición inicial, el paciente es instruido a rotar la parte superior del tronco 6 veces (cada hombro debe moverse hacia delante 3 veces), el lado más afecto se mueve primero, la cabeza debe mantenerse en la posición inicial. -El lado afecto no se mueve tres veces. -La rotación es asimétrica. -La rotación es simétrica. Si la puntuación es 0, ítem 2=0	0 1 2
2-Repetir acciones descritas en el ítem 1 como máximo en 6 segundos. -La rotación es asimétrica o la tarea requiere más de 6 s para realizarse -La rotación es simétrica y la tarea se realiza en menos de 6 s.	0 1
3- Desde la posición inicial, el paciente es instruido a rotar la parte inferior del tronco 6 veces (cada rodilla debe moverse hacia adelante 3 veces), el lado más afecto se mueve primero, la parte superior del tronco debe mantenerse en la posición inicial. Se permite al paciente espontáneamente moverse más hacia el borde de la cama o camilla -El lado afecto no se mueve tres veces -La rotación es asimétrica. -La rotación es simétrica	0 1 2

## Resultados

---

Si la puntuación es 0 el ítem 4 será 0.	
4-Repetir acciones descritas en el ítem 3 en 6 segundos	
-La rotación es asimétrica o la tarea la realiza en más de 6 segundos	0
-La rotación es simétrica y la tarea la realiza en menos de 6 segundos	1
<b>Coordinación. Total:</b>	<b>/6</b>

***The Effect of Core Stability Exercises on Improving Dynamic Sitting Balance and Trunk Control for Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial.***

*Clinical Rehabilitation*

Rosa CabanasValdés, Caritat Bagur-Calafat, Montserrat Girabent-Farrés, Fernanda

M<sup>a</sup> Caballero-Gómez, Montserrat Hernández-Valiño, Gerard Urrútia Cuchí

(enviado a la revista)

Factor de impacto 2013: 2.180. Área rehabilitación. Quartil 1



Durante el periodo de reclutamiento fueron invitados a participar en el estudio de forma consecutiva 229 pacientes de los cuales 80 cumplían los criterios de inclusión. El reclutamiento se realizó entre Octubre de 2012 y Marzo de 2014 en dos centros socio-sanitarios de Barcelona y Sabadell donde se hallaban ingreados los participantes. Un paciente murió y no pudo completar las 20 sesiones mínimas imprescindibles para su inclusión en el análisis de eficacia. Ocho participantes (4 del grupo control y 4 del grupo experimental) completaron 20 sesiones de tratamiento, que correspondía al 80% de la intervención prevista, ya que recibieron el alta del hospital por diferentes motivos pero no relacionados con la intervención, los cuales fueron incluidos en el análisis.

Los pacientes de este estudio presentaron una gravedad del ictus de leve a moderada según la escala *National institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al inicio entre los dos grupos para las variables demográficas recogidas o parámetros relacionados con el ictus. Las comparaciones entre los grupos al inicio del estudio no mostraron diferencias para ninguna medida de resultado, excepto en la escala BBA sección *stepping*. Es por esta razón que, en lugar de comparar directamente los valores medio finales de cada grupo de estudio para cada una de las escalas utilizadas se decidió crear una nueva variable llamada *change score* consistente en la diferencia entre el valor entre el pre y post-tratamiento para cada individuo, variable y para los dos grupos. En consecuencia, la medida del efecto utilizada para todas las escalas consistió en la variable que era la diferencia de medias, ~~en el valor medio de~~ *change score*, entre los dos grupos de estudio.

En ambos grupos se observó una mejoría significativa al final de la intervención con respecto al valor basal (el *change score*) en todas las medidas de resultado, excepto en la BBA sección *sitting*. Por otro lado se hallaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental para todas las puntuaciones (*change score*) de la versión española de la TIS 2.0 (total, equilibrio dinámico en sedestación y coordinación), FIST, BBA (total, *standing*, *stepping*), BBS, PASS versión española, Tinetti (total, balance, gait) y BI con un nivel de significación de  $p < 0.05$ .

La diferencia de medias entre los grupos de la variable *change score* (diferencia de las media del cambio) para la puntuación total de la versión española de la TIS 2.0 fue de 3,40 (4,12) a favor del grupo experimental ( $p < 0,000$ ), indicando una mejora del 49,36% para el grupo experimental con respecto al grupo control.

Para la subescala equilibrio dinámico en sedestación de la TIS 2.0 la diferencia de medias del *change score* fue de 2,28 (3,29) y ( $p < 0,000$ ) estadísticamente significativa a favor del grupo experimental lo que indica una mejora del 49,34% en el grupo experimental con respecto al grupo control.

Con respecto al equilibrio en bipedestación, la diferencia de medias del *change score* entre grupos para el BBS fue de 14,54 (18,19) y ( $p < 0,000$ ), lo que representa una mejora del 67,10% a favor del grupo experimental. Para la sección *stepping* de la BBA la diferencia de medias de la puntuación de cambio entre los grupos fue de 1,30 (2,70) y ( $p < 0,004$ ), una mejora del 78% a favor del grupo experimental. Referente a las actividades de la vida diaria (AVD) en la escala de BI, la diferencia fue de 13,17 (25,27) y ( $p < 0,002$ ) indicando una mejora del 26,31% a favor del grupo experimental.

Clinical Rehabilitation

**The Effect of Core Stability Exercises on Improving Dynamic Sitting Balance and Trunk Control for Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial**

Journal:	<i>Clinical Rehabilitation</i>
Manuscript ID:	CRE-2015-4361
Manuscript Type:	Original Article
Keywords:	cerebrovascular disorders, Exercise, postural control, Stroke, Trunk control
Abstract:	<p>Introduction Sitting balance and trunk control are predictors of functional performance after stroke.</p> <p>Objective. To examine the effect of Core Stability Exercises (CSEs) to improve trunk control, dynamic sitting and standing balance, gait and activities of daily living (ADLs) in subacute stroke patients.</p> <p>Methods: A multicenter, assessor-blind, randomized controlled trial. Eighty participants (mean of 23.25 (16.7) days post-stroke) were randomly assigned to an experimental group consisting of additional CSEs (15 min/day, 5 days/week, for 5 weeks) or a control group, both groups underwent conventional physiotherapy. Primary outcome measure were dynamic sitting balance evaluated using the Trunk Impairment Scale (TIS 2.0) and Function in Sitting Test (FIST); and secondary outcome measures were standing balance and gait evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Tinetti test, Brunel Balance Assessment (BBA), Postural Assessment Scale for Stroke (PASS); and activities of daily living (ADLs) Barthel Index (BI).</p> <p>Results: Both groups had improved significantly on all outcome measures. However, the improvement was greater in the experimental group with statistically significant differences for all the total scores of the TIS 2.0, FIST, BBA, BBS, PASS, Tinetti and BI scales (<math>p &lt; 0.05</math>), except for the BBA sitting section. The mean difference in the change scores of the between-group comparison was 3.40 (4.12) for TIS 2.0 total score, 2.28 (3.29) for the dynamic sitting balance subscale TIS and 9.64 (18.55) for the FIST.</p> <p>Conclusions: CSEs additionally to conventional physiotherapy improves trunk control, dynamic sitting balance and is a precursor to standing balance, gait and ADLs in post-stroke patients.</p>

SCHOLARONE™  
Manuscripts

<http://mc.manuscriptcentral.com/clinrehab>

**Abstract**

**Introduction** Sitting balance and trunk control are predictors of functional performance after stroke.

**Objective.** To examine the effect of Core Stability Exercises (CSEs) to improve trunk control, dynamic sitting and standing balance, gait and activities of daily living (ADLs) in subacute stroke patients.

**Methods:** A multicenter, assessor-blind, randomized controlled trial. Eighty participants (mean of 23.25 (16.7) days post-stroke) were randomly assigned to an experimental group consisting of additional CSEs (15 min/day, 5 days/week, for 5 weeks) or a control group, both groups underwent conventional physiotherapy. Primary outcome measures were dynamic sitting balance evaluated using the Trunk Impairment Scale (TIS 2.0) and Function in Sitting Test (FIST); and secondary outcome measures were standing balance and gait evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Tinetti test, Brunel Balance Assessment (BBA), Postural Assessment Scale for Stroke (PASS); and activities of daily living (ADLs) Barthel Index (BI).

**Results:** Both groups had improved significantly on all outcome measures. However, the improvement was greater in the experimental group with statistically significant differences for all the total scores of the TIS 2.0, FIST, BBA, BBS, PASS, Tinetti and BI scales ( $p < 0.05$ ), except for the BBA sitting section. The mean difference in the change scores of the between-group comparison was 3.40 (4.12) for TIS 2.0 total score, 2.28 (3.29) for the dynamic sitting balance subscale TIS and 9.64 (18.55) for the FIST.

<http://mc.manuscriptcentral.com/clinrehab>

**Conclusions:** CSEs additionally to conventional physiotherapy improves trunk control, dynamic sitting balance and is a precursor to standing balance, gait and ADLs in post-stroke patients.

For Peer Review

<http://mc.manuscriptcentral.com/clinrehab>

---

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

**Introduction**

Impairments in balance can be a consequence of changes in the motor (weakness), sensory, and integrative aspects of motor control (1). More than 80% of subjects who have suffered first-time stroke have balance disability in the acute phase (2).

Trunk impairment, balance and postural control in patients with stroke are positively correlated (3,4) increasing the risk of falls and impairing mobility (5). With regard to normal upright sitting, lateral balance control appears to be the function most critically affected by stroke, as well as the most sensitive to functional changes induced by rehabilitation (6). Brain-mapping studies in patients have revealed that the brain reorganizes after stroke in relation to recovery of motor function (7).

Assessing trunk function early is important in order to predict patients' functional status at discharge (8). The predictive value of trunk control at an early stage after stroke on comprehensive ADL function in patients surviving for 6 months was well supported (9). Trunk and pelvic muscles play an important role in controlling these postures. For instance, they are central to holding asymmetrical postures and dealing with asymmetrical perturbations to the body

(10). Recent work by Kahle et. al. (11) suggests that these muscles play a critical role in maintaining balance and functional mobility in older adults. Postural and gait movements are centrally organized in the generation of the basic directionally-specific response pattern, based primarily on hip or trunk proprioceptive input (12).

Trunk control refers to the trunk muscles' ability to keep the body upright, adjust to weight shifts, and perform selective movements of the trunk to keep the center of mass within the support base during static and dynamic postural adjustments (13). It is essential to providing a solid base of core to exert or resist force (14) as it stabilizes the pelvis and spinal column (15).

Since the core is central to almost all kinetic chains in the body, control of core strength, balance and motion will maximize all kinetic chains of upper and lower extremity function (15). Core stability can be defined as the ability of the lumbo-pelvic-hip complex to prevent buckling of the vertebral column and to return it to equilibrium following perturbation (16).

Balance is achieved through an interaction of central anticipatory and reflexive actions assisted by the active and passive restraints caused by the muscular system (14). Post-stroke patients' ability to prepare for a self-initiated predictable perturbation is reduced in trunk muscles, on both side on the body,

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

resulting in delayed onset and reduced synchronization of the activation of pertinent muscle pairs compared to healthy subjects (17-19).

A systematic review (20) has shown that approaches using trunk training exercises (today commonly known as “Core Stability Exercises” or CSEs), performed on either a stable or unstable surface, could be a good rehabilitation strategy and might help to improve trunk performance, trunk control, and dynamic sitting balance in post-stroke patients. However, knowledge gaps and the identification of methodological limitations justify the need for further well-designed studies. For instance, the optimal treatment schedule remains unknown, optimal dosage as does the observed effect in a more representative population of stroke patients (the average age of the study population in the review was 64.1, below the average age of 72.5 years in Spain, UK and other countries) (21). Additionally, the lack of baseline comparability, the small sample size, the variability in the measurement scales and instruments used, and the lack of masking in many studies limit their ability to objectively and accurately assess the effects of the intervention.

Given the importance of trunk control, this study aimed to investigate the effect of including additional CSEs to conventional therapy with a view to improving trunk control and dynamic sitting balance. It moreover aimed to determine



whether CSEs might also positively affect standing balance, gait, and ADLs in subacute stroke patients.

### **Method**

#### *Trial design*

A randomized controlled trial (RCT) with two parallel groups.

#### *Participants*

Patients were recruited from the stroke populations of the rehabilitation hospital at Parc Sanitari Pere Virgili (Barcelona, Spain) and Parc Taulí Hospital Universitari (Sabadell, Spain). All patients who had experienced their first stroke, whether ischemic or hemorrhagic, within the last 3 months and were attending a rehabilitation program were eligible for inclusion. The recovery of motor control ability normally occurs within 3 months after stroke onset (22,23). The stroke diagnosis was based on World Health Organization guidelines (24) and was confirmed by clinical examination and magnetic resonance imaging (MRI). Exclusion criteria included: age of 18 years or younger; significant disability prior to stroke, as evidenced by a score of >3 on the modified Rankin scale (mRS), (25) a Barthel Index (26) score  $\geq 75$ , and a TIS 2.0 (27) score  $\geq 10$ ; other orthopedic or neurological impairments that could influence sitting balance; inability to understand instructions as assessed by a Mini Mental State Examination (28) score  $\leq 24$ ; apraxia, hemineglect and hemorrhagic stroke

---

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

requiring surgery. Information on patients' age, days post-stroke, stroke severity as assessed by the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) (29) previous disabilities as evaluated by the mRS, and the side and location of the lesion was collected from medical records. Participants were asked to sign an informed consent before participating. The ethical committee from Parc Taulí Sabadell Hospital Universitari gave approval and the experiment was carried out in conformity with the standards set by the Declaration of Helsinki.

*Sample size*

The number of patients required for this study was calculated taking into consideration the score variable "dynamic sitting balance subscale" from the TIS. Assuming a score of 7 for the subjects in the control group with a pooled standard deviation of 3 units, a type I error of 5%, and a two-tailed t-test with 80% power, it was estimated that 37 patients would need to be included in each study arm in order to detect a 2-point improvement, yielding a total of 74 patients in all. To offset any possible dropouts, estimated at <10%, the final sample size was set at 80 patients.

*Randomization*

*Sequence generation*

Participants were assigned to the experimental or control group by means of a random computer-generated list specific to each center that was managed by an external person uninvolved in the treatment or follow-up of participants.

*Allocation concealment mechanism*

The method of allocation was concealed in sequentially numbered, sealed, opaque envelopes. Forty participants were assigned to the experimental group, and forty to the control group.

*Implementation*

The principal investigator sequentially enrolled participants and assigned them to an intervention (control or experimental group) according to the content of the envelopes. She did not participate in the intervention.

*Blinding*

The study had a single-blind design (outcome assessor). Although patients were not blinded to the intervention, they did not know which group they had been assigned to. The clinical evaluations were performed by an independent

---

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

assessor (RC), who was blinded to group assignment and uninvolved in the treatment.

*Interventions*

All patients followed the conventional physiotherapy program for stroke patients provided by their respective rehabilitation center for a 5-week period, consisting of 1 hour of treatment a day, 5 times a week. The conventional treatment program is patient-specific and consists mainly of physiotherapy, such as tone facilitation, stretching, passive mobilization and range-of-motion exercises for the hemiparetic side, walking between parallel bars, occupational therapy (focused therapy on upper limb), and nursing care, activities of the trunk are integrated in postural control and task-directed movement. Speech therapy was also provided if needed (30-minute sessions, two days a week).

In addition to the conventional physiotherapy, patients from the experimental group received 15 minutes daily of extra CSE training, 5 times a week, for 5 weeks. In total, 25 sessions, 6.15 hours of additional training were provided. Patients were included in the analysis if they performed 80% of the sessions. The physiotherapists performing the CSEs were neurology experts and they received at least one day of training specific CSEs by principal investigator. They performed the CSEs with their hand on the patient to ensure proper quality of movement and did not participate in the patient's evaluation.

Adequate rest periods were allowed for between exercises. The CSEs related to therapeutic exercises were selective and repetitive movements, and without resistance to improve strength, endurance and coordination of the core. The CSEs are inspired by the scientific work of other authors (30-33) and were divided into 3 steps based on the level of difficulty (Figure 1-2). Training in CSEs is determined by the patient's ability to undertake easy exercise and progress to more challenging exercise. They did not move on to higher levels until they had mastered the exercise they were engaged in.

Step 1: When the individuals were unable to sit unsupported, the CSEs were performed in a supine position on a plinth or bed, consisting of two exercises performed with the lower limbs on a physioball (Figure 1). When the patient was able to sit 1 minute on the edge of the plinth or bed without any back or arm support, hips and knees bent at 90° angles and feet flat on the support surface, they moved on to step 2. Step 2: Sitting exercises (Figure 2). When the patient was able to sit on unstable surface 30 seconds (34) she/he moved on to step 3. Step 3: The similar sitting exercises of step 2 on a physioball (Figure 2).

#### *Outcome Measures*

The primary outcome was dynamic sitting balance and trunk control at the beginning and the end of the intervention as measured by two specific and

---

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

validated scales in stroke patients: the Spanish version of Trunk Impairment Scale (TIS 2.0) (27,35) and the Function in Sitting Test (FIST) (36).

The TIS 2.0 consists of 2 subscales, dynamic sitting balance and trunk coordination, with scores ranging from 0 to 10 and 0 to 6, respectively. The first subscale evaluates the subject's ability to actively shorten each side of the trunk, initiating the movement first from the shoulder and subsequently from the pelvic girdle. The second subscale evaluates the subject's ability to independently rotate the shoulder girdle and pelvic girdle. The total score for the TIS 2.0 ranges from 0 to 16 points, with a higher score indicating better truncal function and sitting balance. The Function in Sitting Test (FIST) is a 14-item, performance-based clinical examination of sitting balance that uses a 0-4 point ordinal scale. It consists of a bedside evaluation of sitting balance designed to evaluate sensory, motor, proactive, reactive, and steady-state balance factors. The maximum score is 56 points, with a higher score indicating better sitting balance.

Secondary outcomes were standing balance, gait, and ADLs as measured by specific scales also validated in stroke patients. The Brunel Balance Assessment (BBA) (37) is a 12-point ordinal scale consisting of a hierarchical series of functional performance tests that range from supported sitting and standing balance to advanced stepping tasks (gait). The Berg Balance Scale

(BBS) (38) is the gold standard for standing balance tests. It is a 14-item list on which each item is scored on a 5-point ordinal scale ranging from 0 to 4, with 0 indicating the lowest level of function and 4 the highest. Overall scores thus range from 0 (severely impaired balance) to 56 (excellent balance). The Spanish version of the Postural Assessment Scale for Stroke (PASS) (39,40) is a 3-point ordinal scale used to evaluate postural control after stroke. It consists of 12 four-level items of varying difficulty for assessing subjects' ability to maintain or change a given lying, sitting, or standing posture (scale of 0–36, with the highest score being the best). The Tinetti Test (41) measures gait and balance on a 3-point ordinal scale ranging from 0 (impaired) to 2 (independent). The maximum scores for the gait and balance components are 12 and 16, respectively, with an overall maximum score of 28. The Barthel Index (BI) (26,42) evaluates functional performance and is considered to be the best ADL measurement scale. The BI measures the subject's performance on 10 ADL functions. The scores on each item are then added together to obtain an overall score ranging from 0 to 100.

#### *Statistical methods*

The patients were assessed before and after the intervention. Patients' characteristics were described using frequencies for the categorical data variables and mean and standard deviation for the continuous data ones, for

both the control and experimental group and the pre- and post-treatment measurements. The Mann-Whitney U test (no normal distribution) and Student's t-test (normal distribution) for continuous variables and the Pearson Chi-square test for categorical variables were performed.

At the start of the intervention, the populations were homogenous, except in the BBA stepping section. A new variable called "change score" was created, which is the difference between post and pre-treatment value and these new variables were subsequently compared between the two groups using the Mann-Whitney U test (no normal distribution) and the Student's t-test (normal distribution).

The Shapiro-Wilk test was used to determine whether the control and experimental groups were homogeneous at baseline for each of the recorded variables.

All statistical analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.21, with a significance level of  $p < 0.05$ .

### **Results**

During the recruitment period, 229 consecutive patients were admitted to the stroke units, of which 143 did not meet the inclusion criteria. The main reason for exclusion was having suffered more than one stroke. This left 86 patients who were eligible to take part in the study. Of this group, 6 declined to participate, leaving 80 patients who were willing to do so. These patients were



randomized into two groups: an experimental group (n = 40) and a control group (n = 40) (Figure 3). There was one dropout over the course of the study a patient in the control group died before completing the 20 sessions. Eight participants (4 from the control group and 4 from the experimental group) completed 80% of treatment because of early discharge from the hospital, but were included in the analysis anyway. The patients in this study were shown to have mainly mild-to-moderate disability after stroke. Recruitment was performed between October 2012 and March 2014.

Table 1 shows characteristics of both groups. No differences were found between the two groups for the collected demographic variables or stroke-related parameters. Comparisons between the groups at baseline showed no difference for any physical outcome measure ( $p > 0.05$ ), except for the BBA stepping section ( $p = 0.020$ ).

As can be seen in (Table 2), the mean difference of the change in the between-group comparison for the total score of the Spanish TIS 2.0 was 3.40 (4.12) in favor of the experimental group ( $p < 0.000$ ), indicating an improvement of 49.36% for the experimental group compared to a control group. For the dynamic sitting balance subscale Spanish TIS 2.0, the mean difference of the change was 2.28 (3.29) and ( $p < 0.000$ ) in favor of the experimental group, indicating a 49.34% improvement for the experimental group.

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

For standing balance, as can be seen in (Table 2), the mean difference of the change in the between-group comparison for the BBS was 14.54 (18.19) and ( $p < 0.000$ ), and improvement of 67.10% in favor of the experimental group. For the BBA stepping section, the mean difference in the change score between groups was 1.30 (2.70) and ( $p < 0.004$ ), an improvement of 78% in favor of the experimental group.

Furthermore, the change score of between-group comparison for the ADLs on the BI scale was 13.17 (25.27) and ( $p < 0.002$ ), indicating a 26.31% improvement in favour of the experimental group.

**Discussion**

Training CSEs in addition to conventional physiotherapy has a positive effect on improving trunk control, dynamic sitting balance, standing balance, gait, and ADLs in the subacute phase of stroke. A strength of this study is that it is the first multicenter trial of CSEs training with 80 stroke patients and an average age of 75 years old. All outcomes were evaluated by the same therapist (blinded), and the patients were unable to distinguish which group they belonged to.

The magnitude of the improvements observed in our study in the total score for the Spanish TIS 2.0 and its dynamic sitting balance subscale for experimental group were somewhat higher than those observed by Verheyden et al, (33) and

Yoo et al, (43) These differences could be due to the fact that our study added some exercises performed on an unstable surface (physio-ball). This observation is supported by other studies that obtained similar outcomes to ours, such as those by Saeys et al, (31) in which the protocol for the experimental group included a series of exercises on an unstable surface, and by Karthikbabu et al, (32), which it included a physioball. Training the core musculature on an unstable surface, may promote agonist–antagonist co-contractions with shorter latency periods, which allows for rapid stiffening and places greater stress on the neuromuscular system than similar activities performed on stable surfaces (44-46).

A new characteristic of our study was the description and standardization of CSEs by the progression of exercises at 3 levels of increasing difficulty, so that patients change their level when they are able to do the level's exercises properly. While it is true that exercises performed on an unstable surface appear to improve more sitting balance, in the initial phase many stroke patients are unable to perform exercises in a sitting position on a physioball. These exercises at three levels of increasing difficulty means that reproducibility is easier.

Various authors (47,48) have advocated the design of systematic and gradual training programs to improve balance and walking for post-stroke patients.

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

The time and frequency of the treatment used differed from those in this study, ranging between 6 h (43) and 16 h (31). According to our study, a total of 6.15 h (25 sessions) seems to be a suitable guideline for achieving good results by the end of the intervention in stroke patients in the subacute phase. One explanation could be the distribution of the workload, as according to various studies including one extra day of intervention each week could promote neuronal plasticity (49,50).

A further point was that the average age of the study population was 75.3 (10.03) years, quite close to the average age of stroke patients in high income countries (51). This is in contrast to several studies which included younger subjects than our study, with a mean age of 59.5 years (32,33,52,53).

Another factor to be taken into account is that the main improvements occur in days following the stroke (23). Thus, the sooner the physiotherapy is performed, the better the outcomes (54). The mean days post-stroke in this study was 23.25 (16.7), while in other studies (33,52,53) this figure was higher.

Post-stroke patients often experience abnormal sensory integration, which interferes with balance (1), the stimulus that physiotherapists provide to patients with their hands to help ensure the best possible movements is thus important (55) and it is possible stimulate the neuroplasticity. A study showed that tactile

stimulation significantly increased dendritic branching, dendritic length, and spine density in rat brain regions (56).

Spine stability depends not only on muscular strength, but also proper sensory input that alerts the central nervous system about interaction between the body and the environment, providing constant feedback and allowing refinement of movement (57).

Our intervention was designed to improve the strength and endurance of the core muscles that stabilize the trunk. This is consistent with recent studies in elderly subjects, showing that core muscle endurance is associated with balance performance (11,58). The results of Tsao et al, (59) suggest that this type of training may potentially be effective in improving feedforward mechanisms. Reorganization of the motor cortex following skilled motor training may be associated with improved postural activity in patients with deficits in postural control (60).

Attention should be drawn to the improvement in standing balance registered by the experimental group in BBS, the experimental group improved almost three times more than control group. It is according with the Ottawa Panel, an improvement of more than 15% compared to the control group is clinically relevant) (61). This may be because the patients in the experimental group achieve good sitting balance earlier than control group, allowing them to begin

---

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

the more difficult standing tasks earlier. The sooner patients regain sitting balance, the sooner they will be able to perform more complex tasks while standing. Musculature and neural control of the trunk play a very important role, due to their complex multi-segmental patterns of movement (62). Movement of the lower part of the trunk or pelvis is the first trigger for balance corrections (12,63). Kaji et al, (64) showed that the use of CSEs in healthy subjects transiently decreases the area of the center-of-pressure trajectory and its mediolateral and total excursions during quiet standing with the eyes closed. Nilsagard et al (65) demonstrated that CSE programs improve balance performance in people with mild to moderate multiple sclerosis. The results of this study point to the existence of a positive relationship between CSEs and gait. These findings are supported by Gjelsvik et al, (66) who showed a relationship between improved trunk control and walking. Krawczyk et al, (67) observed that improvements in the degree of inclination of the pelvis lead to improvements in walking. Several authors Saeys et al, (52) and Chung et al, (68) also found favorable outcomes in this regard. This could be because the central nervous system stabilizes the spine through the anticipated contraction of the trunk and pelvic musculature in response to the reactive forces of the lower limbs (69) and the greater stability of the pelvis during the walking support phase. From a biomechanics standpoint, control of lateral balance stability while

standing still and while stepping is normally dependent on hip joint and postural movements of the trunk (70,71). The muscles surrounding the hip joint play a role in maintaining the stability of the trunk in the stance phase and controlling the lower limb in the swing phase (72).

During performance of motor skills, anticipatory postural adjustments (APAs) play an important role in maintaining balance during task performance (14) and in the central control of posture (73). Therefore, anticipatory activation of the core musculature is required in preparation for movement (74). APAs in the trunk are executed before or along with a focal movement of the limbs. Their major role is to steady the trunk against destabilizing forces imposed by the movement of the limb, and to orient the trunk in space so that the desired motor output can be achieved via the focal movement (75,76). According to Seo (77) the abdominal wall muscles become noticeably infirm and asymmetrical in stroke patients. The functions of the trunk muscles can be recovered by improving their symmetry.

The specific CSEs intervention used in our study is based on previous studies (20) and sound physiological reasoning, as there is no standard taking into account its feasibility in our local context. A large proportion of the additional CSEs focus on selective muscle strengthening and improving the strength of abdominal wall, back and gluteal muscles. Our intervention also added one

**Clinical Rehabilitation**

## Core stability in subacute stroke

exercise of dynamic reaching tasks (Figure 2 exercise e), in order to perform APAs, as recommended by Pereira (19). The CSE enables improvement of reaction times, which is a very important factor in optimal balance.

To the best of our knowledge, this study is the first that shows a beneficial effect of additional CSEs on ADL function, measured with the BI. A score of BI  $\geq$  60 points means that patient has made the transition from complete dependence to assisted independence, and in the experimental group the score was 68.50 (22.37), suggesting a carry-over effect of the training CSEs. This is according to Granacher et al, (78) who indicated that core stability is important for the successful performance of activities of daily life in elderly healthy subjects. A stable and strong core may contribute to more efficient use of the lower limbs (79). The lumbar spine is subjected to a variety of complex forces during daily tasks (80) and Hesari et al, (81) demonstrated that progressive exercises targeting at improving the function of the deeper trunk muscles were effective in improving clinical measures of balance in older women who were at a high risk of falling.

Training the core musculature in the first three months after a stroke can positively influence the patient's neuroplasticity, creating a stable base for dynamic movements and ADLs, by connecting the upper and lower limbs and enabling them to work efficiently and effectively.



Future research needs to examine the relationship between CSEs and APAs, assessed by means of surface electromyography and future multicentre trials with a larger number of patients are needed to confirm our study results.

### **CONCLUSIONS**

Supplementing conventional physiotherapy in the subacute stage of stroke patients with CSEs performed daily at three difficulty levels, improves trunk control and dynamic sitting balance, with a possible task-specific effect and a carry-over effect on standing balance, gait, and ADLs.

### **Limitations**

Was not recorded on that day each patient passed from one level to another.

### **Clinical message**

A satisfactory sitting balance and trunk control is an important prerequisite for functional standing, gait and ADLs.

CSEs performed on an unstable surface are a good strategy for balance training, and are easy to administer in individual rehabilitative intervention programs because little equipment and space is needed to perform these exercises.

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

**Conflict of Interest statement :** The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article

**Acknowledgements:** Dr. Xavi Gironès, Ana Germán, JC Oliva Morera, Xavi Bel, Silvia Covarrubias, Anabel Gelices, Marta Puiggene, Laura de Juana, Esperanza Almansa, Gary Siuming Lau and Elena de Pontcharra.

**Funding:** The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

**References**

- (1) Oliveira CB, Medeiros ÍRT, GreTERS MG, Frota NAF, Lucato LT, Scaff M, et al. Abnormal sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after stroke. *Clinics* 2011;66(12):2043-2048.
- (2) Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006;86(1):30.
- (3) Jijimol G, Fayaz R, Vijesh P. Correlation of trunk impairment with balance in patients with chronic stroke. *NeuroRehabilitation* 2013;32(2):323-325.
- (4) Di Monaco M, Trucco M, Di Monaco R, Tappero R, Cavanna A. The relationship between initial trunk control or postural balance and inpatient rehabilitation outcome after stroke: A prospective comparative study. *Clin Rehabil* 2010;24(6):543-554.
- (5) Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35(suppl 2):ii7.
- (6) van Nes IJ, Nienhuis B, Latour H, Geurts AC. Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait Posture* 2008 Oct;28(3):507-512.

- (7) Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Prog Neurobiol* 2004;73(1):61-72.
- (8) Duarte E, Marco E, Muniesa JM, Belmonte R, Aguilar JJ, Escalada F. Early detection of non-ambulatory survivors six months after stroke. *NeuroRehabilitation* 2010;26(4):317-323.
- (9) Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh I. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* 2002;33(11):2626.
- (10) Santos MJ, Aruin AS. Role of lateral muscles and body orientation in feedforward postural control. *Experimental Brain Research* 2008;184(4):547-559.
- (11) Kahle N, Tevald MA. Core Muscle Strengthening's Improvement of Balance Performance in Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *J Aging Phys Act* 2014;22:65-73.
- (12) Allum J, Bloem B, Carpenter M, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait Posture* 1998;8(3):214-242.
- (13) Ryerson S, Byl NN, Brown DA, Wong RA, Hidler JM. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy* 2008;32(1):14.
- (14) Anderson K, Behm DG. The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. *Sports Medicine* 2005 01;35(1):43-53.
- (15) Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine* 2006;36(3):189-198.
- (16) Pope MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability. *Spine (Phila Pa 1976)* 1985 Apr;10(3):255-256.
- (17) Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):261-267.
- (18) Slijper H, Latash ML, Rao N, Aruin AS. Task-specific modulation of anticipatory postural adjustments in individuals with hemiparesis. *Clinical Neurophysiology* 2002;113(5):642-655.
- (19) Pereira S, Silva CC, Ferreira S, Silva C, Oliveira N, Santos R, et al. Anticipatory postural adjustments during sitting reach movement in post-stroke subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014;24(1):165-171.
- (20) Cabanas-Valdes R, Urrútia-Cuchi G, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation* 2013;33(4):575-592.

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

- (21) Zhang Y, Chapman A, Plested M, Jackson D, Purroy F. The incidence, prevalence, and mortality of stroke in France, Germany, Italy, Spain, the UK, and the US: a literature review. *Stroke research and treatment* 2012;2012.
- (22) Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629-1637.
- (23) Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke* 2006;37(9):2348-2353.
- (24) WHO MONICA Project Principal Investigators. The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration. *J Clin Epidemiol* 1988;41(2):105-114.
- (25) Hong KS, Saver JL. Quantifying the value of stroke disability outcomes: WHO global burden of disease project disability weights for each level of the modified Rankin Scale. *Stroke* 2009 Dec;40(12):3828-3833.
- (26) Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J* 1965;14:61.
- (27) Verheyden G, Kersten P. Investigating the internal validity of the Trunk Impairment Scale (TIS) using Rasch analysis: The TIS 2.0. *Disabil Rehabil* 2010;32(25):2127-2137.
- (28) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. : Pergamon Press; 1975.
- (29) Wityk RJ, Pessin MS, Kaplan RF, Caplan LR. Serial assessment of acute stroke using the NIH Stroke Scale. *Stroke* 1994 Feb;25(2):362-365.
- (30) Dean CM, Channon EF, Hall JM. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2007;53(2):97.
- (31) Saeys W, Vereeck L, Truijen S, Lafosse C, Wuyts FP, Heyning PV. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair* 2012 Mar-Apr;26(3):231-238.
- (32) Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K, Misri Z, Suresh B, Ganesan S, et al. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011 Aug;25(8):709-19.

- (33) Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, Troch M, la Fosse C, Saeys W, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2009 Mar;23(3):281-286.
- (34) Lee Y, Lee J, Shin S, Lee S. The Effect of Dual Motor Task Training while Sitting on Trunk Control Ability and Balance of Patients with Chronic Stroke. *J PHYS THER SCI* 2012 10;24(4):345-349.
- (35) Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Caballero-Gómez F M<sup>a</sup>, Germán-Romero A, Urrútiá G, Girabent-Farrés M. Validation of the Spanish version of the Trunk Impairment Scale Version 2.0 (TIS 2.0) to assess dynamic sitting balance and coordination in post-stroke adult patients. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2015. Accepted 9 March
- (36) Gorman SL, Radtka S, Melnick ME, Abrams GM, Byl NN. Development and validation of the function in sitting test in adults with acute stroke. *J Neurol Phys Ther* 2010;34(3):150-160.
- (37) Tyson SF, DeSouza LH. Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke. *Clin Rehabil* 2004;18(7):801.
- (38) Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995;27(1):27.
- (39) Benaim C, Perennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke* 1999;30(9):1862.
- (40) Cabanas-Valdes R, Girabent-Farres M, Canovas-Verge D, Caballero-Gomez FM, German-Romero A, Bagur-Calafat C. Spanish translation and validation of the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) to assess balance and postural control in adult post-stroke patients. *Rev Neurol* 2015 Feb 16;60(4):151-158.
- (41) Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986.
- (42) Wade D, Hower RL. Functional abilities after stroke: measurement, natural history and prognosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 1987;50(2):177.
- (43) Yoo J, Jeong J, Lee W. The Effect of Trunk Stabilization Exercise Using an Unstable Surface on the Abdominal Muscle Structure and Balance of Stroke Patients. *Journal of physical therapy science* 2014;26(6):857.
- (44) Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. *Strength & Conditioning Journal* 2011;33(3):72-81.

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

- (45) Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2010;40(6):369-375.
- (46) Bae SH, Lee HG, Kim YE, Kim GY, Jung HW, Kim KY. Effects of Trunk Stabilization Exercises on Different Support Surfaces on the Cross-sectional Area of the Trunk Muscles and Balance Ability. *Journal of Physical Therapy Science* 2013;25(6):741.
- (47) Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003;34(9):2173-2180.
- (48) Rose D, Paris T, Crews E, Wu SS, Sun A, Behrman AL, et al. Feasibility and effectiveness of circuit training in acute stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2011 Feb;25(2):140-148.
- (49) Kolb B, Muhammad A. Harnessing the power of neuroplasticity for intervention. *Front Hum Neurosci* 2014 Jun 27;8:377.
- (50) Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, O'Brien C, Sanger TD, Trojanowski JQ, et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain* 2011 Jun;134(Pt 6):1591-1609.
- (51) Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet* 2014;383(9913):245-255.
- (52) Saeys W, Vereeck L, Truijen S, Lafosse C, Wuyts FP, Van de Heyning P. Randomized Controlled Trial of Truncal Exercises Early After Stroke to Improve Balance and Mobility. *Neurorehabil Neural Repair* 2011.
- (53) Yoo SD, Jeong YS, Kim DH, Lee M, Noh SG, Shin YW, et al. The Efficacy of Core Strengthening on the Trunk Balance in Patients with Subacute Stroke. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine* 2010;34(6):677-682.
- (54) Musicco M, Emberti L, Nappi G, Caltagirone C, Italian Multicenter Study on Outcomes of Rehabilitation of Neurological Patients. Early and long-term outcome of rehabilitation in stroke patients: the role of patient characteristics, time of initiation, and duration of interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 Apr;84(4):551-558.
- (55) Tyson SF, Connell L, Busse M, Lennon S. What do acute stroke physiotherapists do to treat postural control and mobility? An exploration of the content of therapy in the UK. *Clin Rehabil* 2009;23(11):1051.
- (56) Richards S, Mychasiuk R, Kolb B, Gibb R. Tactile stimulation during development alters behaviour and neuroanatomical organization of normal rats. *Behav Brain Res* 2012;231(1):86-91.

- (57) Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop Clin North Am* 2003;34(2):245-254.
- (58) Suri P, Kiely DK, Leveille SG, Frontera WR, Bean JF. Increased trunk extension endurance is associated with meaningful improvement in balance among older adults with mobility problems. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(7):1038-1043.
- (59) Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental brain research* 2007;181(4):537-546.
- (60) Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008;18(4):559-567.
- (61) Brosseau L, Wells GA, Finestone HM, Egan M, Dubouloz C, Graham I, et al. Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for post-stroke rehabilitation. *Topics in stroke rehabilitation* 2006;13(2):1-269.
- (62) Preuss R, Fung J. Musculature and biomechanics of the trunk in the maintenance of upright posture. *J Electromyogr Kinesiol* 2008 Oct;18(5):815-828.
- (63) Kirker SGB, Jenner JR, Simpson DS, Wing AM. Changing patterns of postural hip muscle activity during recovery from stroke. *Clin Rehabil* 2000;14(6):618-626.
- (64) Kaji A, Sasagawa S, Kubo T, Kanehisa H. Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. *J Strength Cond Res* 2010 Feb;24(2):382-388.
- (65) Nilsagård YE, von Koch LK, Nilsson M, Forsberg AS. Balance exercise program reduced falls in people with multiple sclerosis: A single-group, pretest-posttest trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(12):2428-2434.
- (66) Gjelsvik BE, Hofstad H, Smedal T, Eide GE, Naess H, Skouen JS, et al. Balance and walking after three different models of stroke rehabilitation: early supported discharge in a day unit or at home, and traditional treatment (control). *BMJ Open* 2014 May 14;4(5):e004358-2013-004358.
- (67) Krawczyk M, Szczerbik E, Syczewska M. The comparison of two physiotherapeutic approaches for gait improvement in sub-acute stroke patients. *Acta Bioeng Biomech* 2014;16(1):11-18.
- (68) Chung EJ, Kim JH, Lee BH. The effects of core stabilization exercise on dynamic balance and gait function in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2013 Jul;25(7):803-806.
- (69) Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77(2):132.

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

- (70) Mille M, Johnson ME, Martinez KM, Rogers MW. Age-dependent differences in lateral balance recovery through protective stepping. *Clin Biomech* 2005;20(6):607-616.
- (71) Rogers MW, Mille M. Lateral stability and falls in older people. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(4):182-187.
- (72) Lee SB, Kang KY. The effects of isokinetic eccentric resistance exercise for the hip joint on functional gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2013 Sep;25(9):1177-1179.
- (73) Aruin AS. The organization of anticipatory postural adjustments. *Journal of Automatic control* 2002;12(1):31-37.
- (74) Hodges PW, Gandevia S. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Physiol (Lond)* 2000;522(1):165.
- (75) Hodges P, Richardson C. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research* 1997;114(2):362-370.
- (76) Hodges P, Cresswell A, Daggfeldt K, Thorstensson A. Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement. *Gait Posture* 2000;11(2):92-101.
- (77) Seo D, Lee S, Kwon O. Comparison of the changes in thickness of the abdominal wall muscles of stroke patients according to the duration of their illness as observed using ultrasonographic images. *J Phys Ther Sci* 2013 Jul;25(7):817-819.
- (78) Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports medicine* 2013;43(7):627-641.
- (79) Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IMC. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13(5):316-325.
- (80) Shahtahmassebi B, Hebert JJ, Stomski NJ, Hecimovich M, Fairchild TJ. The Effect of Exercise Training on Lower Trunk Muscle Morphology. *Sports Medicine* 2014;44(10):1439-1458.
- (81) Hesari AF, Mahdavi S, Abadi M, Sangdevini M, Golpaigani M. Comparisons of berg balance scale following core stabilization training in women elderly. *Ann Biol Res* 2012;3:1499-1504.



Table 2. Comparison of outcome measures

Outcome measures	Scoring Range	Control group		Experimental group		Mean difference in the change score	p-value
		Pre-treatment	Change score <sup>c</sup>	Pre-treatment	Change score <sup>c</sup>		
TIS 2.0 dynamic sitting balance	0-10	2.70 (2.31)	1.82 (1.73)	2.65 (2.36)	4.10 (2.80)	2.28 (3.29)	0.000 <sup>a</sup>
TIS 2.0 coordination	0-6	1.10 (0.94)	0.66 (0.86)	0.85 (0.70)	1.77 (1.20)	1.11 (1.48)	0.000 <sup>b</sup>
TIS 2.0 total	0-16	3.8 (3.09)	2.48 (2.20)	3.50 (2.92)	5.88 (3.48)	3.40 (4.12)	0.000 <sup>a</sup>
FIST	0-56	21.95 (16.50)	13.28 (11.80)	20.75 (16.52)	22.92 (14.31)	9.64 (18.55)	0.002 <sup>a</sup>
BBA sitting	0-3	2.18 (0.91)	0.51 (0.75)	2.02 (1.18)	0.87 (1.15)	0.36 (1.37)	0.251 <sup>b</sup>
BBA standing	0-3	0.61 (1.04)	1.02 (1.08)	0.40 (0.90)	1.77 (1.44)	0.75 (1.80)	0.004 <sup>b</sup>
BBA stepping	0-6	0.26 (0.78)	1.07 (1.42)	0.00 (0.00)	2.37 (2.30)	1.30 (2.70)	0.017 <sup>b</sup>
BBA total	0-12	3.02 (2.19)	2.38 (2.04)	2.30 (1.65)	5.25 (3.11)	2.87 (3.72)	0.000 <sup>b</sup>
BBS	0-56	8.54 (11.14)	8.48 (8.74)	5.42 (5.60)	23.02 (15.95)	14.54 (18.19)	0.000 <sup>a</sup>
Tinetti balance	0-16	3.36 (2.90)	2.56 (2.51)	2.52 (2.03)	7.22 (3.73)	4.66 (4.50)	0.000 <sup>b</sup>
Tinetti gait	0-12	0.56 (1.77)	2.62 (3.52)	0.20 (0.88)	5.57 (4.43)	2.95 (5.66)	0.002 <sup>b</sup>
Tinetti total	0-28	3.85 (4.11)	5.15 (5.48)	3.22 (3.90)	12.30 (8.65)	7.15 (10.24)	0.000 <sup>b</sup>
PASS	0-36	15.59 (6.36)	5.84 (5.00)	14.72 (6.78)	11.10 (6.35)	5.26 (8.08)	0.000 <sup>b</sup>
Barthel Index	0-100	30.90 (15.08)	23.33 (16.87)	32.00 (15.27)	36.50 (18.81)	13.17 (25.27)	0.002 <sup>a</sup>

Abbreviations: TIS (2.0): Trunk Impairment Scale (Spanish version), FIST: Functional Sitting Balance Test, BBA: Brunel Balance Assessment,

BBS: Berg Balance Scale, PASS: Postural Assessment Scale for Stroke (Spanish version)

Values are presented as mean (standard deviation).

<sup>a</sup>Analysed by Student's *t*-test

<sup>b</sup>Analysed by Mann Whitney Test U

<sup>c</sup>Change scores (post-pre) for all outcomes were statistically significant (*p*-value <0.05)

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

Variable	Pre-treatment		P-value*	
	Control Group (n=39)	Experimental Group (n=40)		
Age (mean [SD] years)	75.69 (9.40)	74.92 (10.70)	0.758 <sup>a</sup>	
Gender (women/men )	21/18	19/21	0.823 <sup>b</sup>	
Time post-stroke, days	21.37 (16.00)	25.12 (17.30)	0.225 <sup>a</sup>	
Paretic side, (left/right)	18/21	17/23	0.653 <sup>b</sup>	
Type of stroke (ischemic/hemorrhagic)	31/8	33/7	0.576 <sup>b</sup>	
Thrombolysis (n)	6 (2.34)	7 (2.8)	0.762 <sup>a</sup>	
<b>Scales</b>	<b>Scoring Range</b>			
NIHSS stroke severity (previous)	0-42	8.54 (5.06)	9.42 (5.37)	0.531 <sup>b</sup>
Modified Rankin (previous disability)	0-6	0.5 (1.06)	0.5 (1.01)	0.861 <sup>b</sup>

**Table 1. Characteristics of the experimental and control group at baseline**

Values are presented as mean (SD) or absolute frequency. <sup>a</sup> Pearson Chi-square, <sup>b</sup> Mann-Whitney U test, \*  $P < 0.05$ . NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale

**Figure 1: Additional Therapy for the Experimental Group (Core Stability Exercises).  
Supine position**

**Step 1: Supine position (Core Stability Exercises):** each exercise maintained for 6 seconds for 10 repetitions, twice.

(a) Selective anteversion and retroversion of the pelvis, with the patient's feet resting on plinth or bed, the physiotherapist helping the patient. It is to activate rectus abdominis and multifidus).

(b) Single bridging exercise. Pelvic bridging was performed by lifting the pelvis off the plinth and maintaining a neutral lumbar and pelvic alignment. The exercise intensity was further increased by flexing the upper limbs. The second time, the pelvis moved to the right and left and the feet rest on the plinth or bed, the physiotherapist steadied the patient's knees and feet. It is to activate the abdominal wall musculature, quadratus lumborum, multifidus, paraspinals and gluteals.

(c) Unilateral bridging was performed by lifting the uninvolved leg off the bed or plinth, with the patient maintaining the pelvic bridge position, the physiotherapist steadying the involved leg. It is to activate internal and external obliques in particular.

(d) Upper trunk rotation was executed by the patient resting his/her trunk on the plinth or bed with knees flexed at 90 degrees and the feet flat on the support surface. The physiotherapist steadied the patient's pelvis and limbs. It is to activate the external and internal oblique musculature.

(e) Lower trunk rotation was performed by placing the both the patient's legs on the ball and asking him/her to move the legs to both the left and the right by rotating the pelvis. The physiotherapist steadied the patient's chest and supported the involved leg.

(f) Ball bridging exercises. The patient is in the same position point (e), and lifts the pelvis and on the second time lifts the uninvolved leg off the physioball, with the physiotherapist steadying the involved leg.



Exercise (e)



Exercise (f)

## Clinical Rehabilitation

## Core stability in subacute stroke

**Figure 2: Additional Therapy for the Experimental Group (Core Stability Exercises). Sitting position on a stable surface and physioball**

**Step 2: Sitting position, each exercise maintained for 6 seconds, for 10 repetitions twice.**

(a) Flexion and extension of the lumbar part of the spine (involving selective anteversion and retroversion of the lower part of the trunk). The physiotherapist moves the patient's chest to activate abdominal wall musculature and multifidus.

(b) Lateral flexion of the trunk initiated from the shoulder and pelvic girdle (from the shoulder girdle means that the patient touches the plinth or bed with one elbow and returns to the starting position, and from the pelvic girdle means that the patient lifts one side of the pelvis towards the ribcage and returns to the starting position), to activate external and internal abdominal oblique, gluteal and quadratus lumborum muscles.

(c) Upper trunk rotation was performed by moving each shoulder forwards and backwards with crossed arms on the ribcage, the physiotherapist steadying the patient's pelvis, to activate external and internal abdominal oblique muscles.

(d) Lower trunk rotation was performed by moving each knee forwards and backwards, with the physiotherapist helping the patient, to activate external abdominal oblique and quadratus lumborum muscles.

(e) Forward reach in three reach directions: forwards, 45° towards the unaffected side (ipsilateral), and 45° across the body towards the affected side (across), to activate gluteus medius, erector spinae muscle, transversus abdominis (TrA) and internal external oblique muscles.



Exercise d



Exercise e

**Step 3: the same exercises in sitting position on a physioball.** The use of static balance exercises performed while supported on unstable equipment could be viewed as a preliminary training step in improving balance and the strength and endurance of the core musculature.

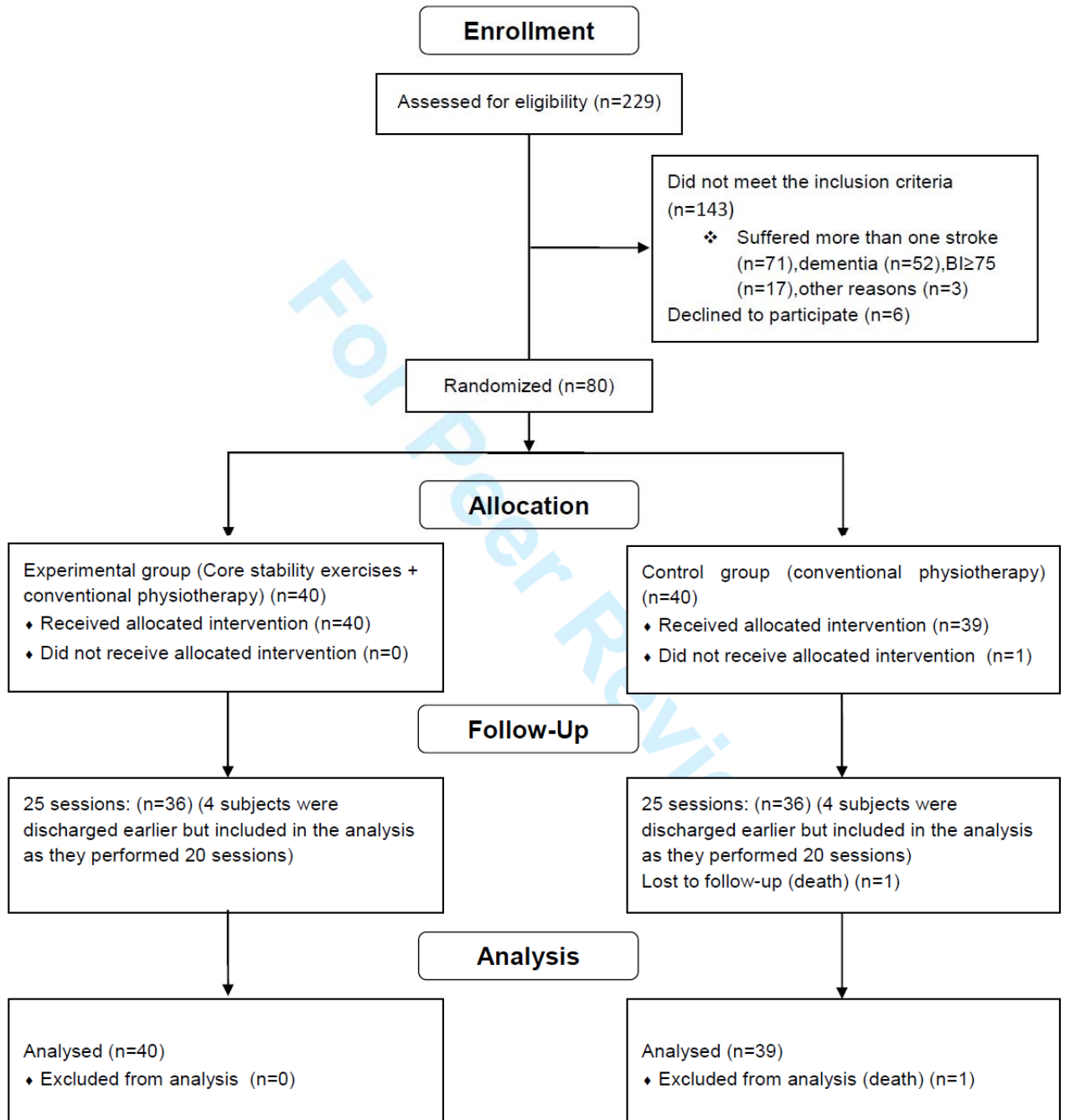


Exercise a



Exercise c

<http://mc.manuscriptcentral.com/clinrehab>



## **9-DISCUSIÓN**

---



La presente tesis, consistente en un compendio de cuatro publicaciones científicas y tiene un doble enfoque metodológico y clínico.

Por una parte, se han realizado cuatro estudios de investigación originales donde se utilizan tres diseños de investigación epidemiológica: una revisión sistemática de la literatura científica, un ensayo clínico controlado para evaluar la eficacia de una intervención terapéutica y dos estudios de validación de un instrumento de medida de un resultado de salud (capacidad funcional). Cada uno de estos estudios ha permitido identificar limitaciones y deficiencias, así como afrontar retos específicos, que se discuten a continuación. También, es de destacar la continuidad entre las cuatro investigaciones, donde una primera revisión sistemática ha servido de base para justificar la necesidad y guiar el diseño de los estudios ulteriores que han servido para completar lagunas del conocimiento detectadas. Más adelante, la discusión también tratará acerca de la necesidad de impulsar la investigación clínica de calidad en esta área específica, mediante un modelo como el presente que permita identificar las lagunas y orientar mejor la futura investigación.

Por otro lado, todas estas publicaciones abordan aspectos diversos (terapéuticos y de medición de resultados) de un mismo problema de salud relevante, como son los trastornos del equilibrio y control postural en pacientes que han sufrido un ictus. Por tanto, los estudios realizados también aportan conocimiento útil que permitirá un manejo más adecuado de esta condición de salud. Concretamente, de la revisión sistemática y el posterior ensayo clínico controlado se concluye que los ejercicios de *Core Stability* o de tronco son una intervención efectiva para mejorar el equilibrio dinámico en sedestación y control de tronco en estos pacientes. Además, parece ser plenamente viable en el contexto de la práctica clínica habitual de los centros públicos (socio-sanitarios) españoles.

Por otra parte, de los dos estudios de validación se desprende que la versión en español de las escalas *Trunk Impairment Scale* versión 2.0 (TIS 2.0) y la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) son instrumentos adecuados para medir la capacidad funcional de estos pacientes, haciéndolas muy útiles tanto en el contexto de la evaluación de la eficacia de intervenciones orientadas a la



mejoría de la capacidad funcional como en el seguimiento clínico de estos pacientes en la práctica clínica rutinaria.

### ***Eficacia de los ejercicios de Core Stability sobre el equilibrio de tronco***

La publicación nº1 de esta tesis, como se ha mencionado anteriormente, consistió en una revisión sistemática (RS). Las RS tienen la utilidad de resumir y sintetizar de forma no sesgada toda la información disponible, a menudo dispersa y de difícil acceso para el usuario o decisor, acerca de un determinado tema de interés clínico o sanitario. Además, el análisis sistemático de la información obtenida facilita la comprensión acerca de la calidad de las evidencias disponibles y del efecto observado con la intervención que se analiza, apoyando de esta forma una toma de decisiones bien informada. Dado que el conocimiento clínico es acumulativo, y a menudo conflictivo, las decisiones sanitarias deberían fundamentarse en un análisis sistemático previo de la evidencia disponible. En este sentido, la recomendación en la práctica clínica de una determinada intervención debería venir apoyada por una RS de la literatura, como ha sido el caso presente. En ella la información se resume en un solo *Artículo* que ejemplifica lo mejor de cada estudio incluido (588,589). Cabe mencionar que dicha publicación fue la primera RS realizada cuyo objetivo principal fue evaluar el entrenamiento del tronco con ejercicios de tronco o de *Core Stability*.

Es de notar que, con posterioridad a esta publicación, Sorinola (590) realizó y publicó otra RS con el mismo objetivo pero con algunas diferencias metodológicas. Con la proliferación creciente de publicaciones científicas, es cada vez más frecuente la publicación simultánea de RS sobre un mismo tema, lo que a priori parecería un contrasentido, ya que las revisiones intentan evitar la investigación y los esfuerzos redundantes. Solamente mediante esfuerzos coordinados como, por ejemplo, los que realiza la Colaboración Cochrane (591), o el registro de los protocolos de revisión como *Prospero* (592) que es una iniciativa del *National Health Service* (NHS) inglés para que se registren las revisiones sistemáticas a nivel mundial en una misma base de datos y se pueden evitar así las duplicidades innecesarias. No obstante, no es infrecuente encontrar más de una RS sobre un mismo tema aunque, a menudo, con enfoques y/o métodos no exactamente iguales, lo que puede conllevar a unos resultados distintos.

Ambas revisiones, (la nuestra y la de Sorinola) incluyeron sólo ensayos clínicos aleatorios (ECAs), ya que es el diseño de investigación capaz de comprobar hipótesis causales con una mayor robustez, cuando se trata de contrastar la eficacia o efectividad de una intervención terapéutica o bien la equivalencia entre varias intervenciones terapéuticas disponibles (593).

Para poder evaluar la calidad y la metodología de un ECA a partir de su publicación es preciso que esta describa con suficiente detalle y exactitud aspectos clave de su diseño, ejecución, análisis y resultados. Es por ello que en el año 1996 se desarrolló la declaración CONSORT (acrónimo de *CONsolidated Standards Of Reporting Trials*) (594) con el fin de mejorar la calidad del reporte de los ECA y facilitar la utilización de su información por parte de los usuarios finales. Sin embargo, dicha declaración no aborda algunas cuestiones específicas relevantes que se aplican a los ensayos no farmacológicos, como sería el caso de la fisioterapia, por lo que se adaptó otra versión de la declaración en el año 2008 (595) que si contempla estas particularidades y a la que se deberían de ajustar los ensayos incluidos en ambas revisiones.

Referente a las diferencias en las estrategias de búsqueda utilizadas como son las bases de datos electrónicas que pueden resultar en un número final de estudios distinto entre revisiones, así como diferencias en el enfoque que se reflejan en los criterios de elegibilidad de los estudios.

Entre las diferencias detectadas entre nuestra RS y la de Sorinola se encuentra la diferencia de criterio en el tipo de participante. Sorinola únicamente incluyó estudios donde los pacientes se hallaban en la fase subaguda ( $\leq 3$  meses) a diferencia de la publicación nº1 donde los individuos se hallaban en cualquier fase del ictus. Nuestro criterio fue debido a que se priorizó realizar una búsqueda más amplia para analizar toda la evidencia existente hasta el momento referente a dichos ejercicios.

En nuestra revisión se incluyeron 11 estudios con un total de 317 pacientes, todos ellos se encontraban en la fase subaguda, excepto 2 estudios en que los pacientes se encontraban en la fase crónica ( $>1$  año) destacando que los CSEs en esta fase también se encuentran mejoras en cuanto al equilibrio dinámico en

sedestación. Esto es concordante con los hallazgos de Seo (130) que pronostica que aumenta la disimetría de la pared abdominal con la cronicidad. Referente al tipo de intervención Sorinola (590) incluyó estudios donde los CSEs se podían realizar con ayuda de algún aparato electromecánico a diferencia de la nuestra que se descartó. En nuestra RS se intentó homogeneizar el tipo de intervención y se priorizó aquellas intervenciones en las que la actividad muscular la realizaba el paciente por sí sólo sin ninguna ayuda externa por parte de un dispositivo, ya que se consideró que éstas estaban más en consonancia con las actividades funcionales que se realizan en las actividades de la vida diaria.

La calidad metodológica de los estudios de la publicación nº1 fue evaluada con la escala PEDro, obteniendo una puntuación de 6,3 puntos (rango de 3 a 8) considerándose estos resultados de evidencia moderada, ya que en los estudios de fisioterapia resulta muy difícil cegar al terapeuta y la intervención al paciente y por tanto 8 puntos es la puntuación máxima. Sorinola (590) también utilizó la escala PEDro con resultados similares 6,5 (rango de 6 a 8) y además utilizó la herramienta de la Cochrane de riesgo de sesgo.

Referente al tipo de medidas de desenlace las dos revisiones difieren en la definición de la variable principal, ya que Sorinola evalúa de forma global el rendimiento del tronco pero no la desglosa en equilibrio en sedestación (estático y dinámico) y coordinación, aspecto que si se tuvo en cuenta en la nuestra. Esto comporta diferencias en el resultado ya que si se separa el equilibrio dinámico del equilibrio estático en sedestación y la coordinación si se observan diferencias estadísticamente significativas.

En los estudios incluidos de la publicación nº 1 se detectaron algunas deficiencias metodológicas. Una de ellas es que las intervenciones del grupo experimental no están descritas con el suficiente detalle como para que otros autores puedan reproducirlas con exactitud. En ellas los ejercicios de CSEs fueron realizados a tolerancia del paciente y de forma personalizada (es el denominado *tailoring*) (596). Además la intervención podía a su vez incluir diversos componentes (co-intervenciones), dificultando comparabilidad entre estudio y la correcta interpretación de los resultados.

Para subsanar dicha cuestión en nuestro ulterior Ensayo Clínico, correspondiente a la publicación nº4, se siguieron las recomendaciones de las guías TIDieR (*Template for Intervention Description and Replication*) (596) y SPIRIT (*Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials*) (597). Dichas guías están elaboradas por un grupo de expertos donde se detallan recomendaciones que tienen por objeto facilitar la elaboración de protocolos de intervenciones de alta calidad. Éstas contribuyen a aumentar la transparencia y la integridad de los protocolos de ECAs para el beneficio de los investigadores, los participantes del ensayo, los pacientes, los patrocinadores, financiadores, los comités de ética de investigación o juntas de revisión institucional, revisores, diarios, registros de ensayos, legisladores, reguladores y otras partes fundamentales interesadas.

Así el programa de ejercicios del grupo experimental (CSEs) de la publicación nº4 se diseñó a partir de una evaluación de los protocolos de las intervenciones del grupo experimental de los estudios de la publicación nº1. Partiendo de la base de estos ejercicios, junto a un conocimiento de las bases fisiológicas de la teoría del entrenamiento se elaboró un protocolo con una descripción detallada de la intervención para que fuera fácilmente reproducible para otros investigadores y clínicos y fácilmente comprensible para otros profesionales. De esta manera, los CSEs fueron divididos en tres niveles de dificultad creciente con unos criterios bien definidos para que el paciente pase de un nivel a otro. Ello facilita la progresión y aprendizaje de los ejercicios por parte de éste.

En el primer nivel los ejercicios eran realizados en decúbito supino ya que es una postura desgravada y facilita la ejecución del movimiento a personas con un control postural muy deteriorado. En el segundo nivel los participantes ya eran capaces de mantener la sedestación sin ayuda y los ejercicios eran realizados en ésta posición, los pies reposaban completamente en el suelo para que la actividad fundamentalmente se concentrara en el *Core*. En el tercer nivel el individuo ya era capaz de mantenerse sentado sobre una *physio-ball*, lo cual genera unos desequilibrios que hace que el músculo se active de una forma más funcional. Esta progresión en la pauta de ejercicios permitió que todos los pacientes pudieran realizarla, independientemente de cual fuera su estado funcional al inicio del programa, sin que fuera necesaria la ayuda externa por parte de ningún

aparato electromecánico. De esta manera, se tenía por objeto que fuera el paciente, quien de forma activa, realizara los ejercicios, supliendo las ayudas externas por la progresión en la posición de ejecución de los ejercicios, incrementando el nivel de dificultad. Esta progresión a la vez permitía reproducir situaciones en las que se ponía en compromiso el control de tronco, tal y como ocurre en las actividades de la vida diaria.

En la actualidad existe la necesidad de protocolos de intervención bien establecidos que faciliten la posibilidad de homogeneizar las intervenciones en el ámbito de la fisioterapia neurológica para el abordaje del paciente que ha sufrido un ictus. Se dispone de pocas guías de práctica clínica especializadas en fisioterapia neurológica en las que se pueda consultar el nivel de evidencia de las diferentes intervenciones que, por el momento, el fisioterapeuta aplica en función de sus conocimientos y experiencia clínica personal.

Un aspecto esencial para que las evidencias sean útiles es el control de la calidad metodológica, para garantizar su validez interna y su capacidad de extrapolación a la práctica clínica habitual. Teniendo presente esta premisa, los estudios incluidos en nuestra RS, la media de edad de la población con ictus que se incluía estaba alrededor de los 64 años, edad sensiblemente inferior a la media española (73 años) en la que se produce un primer episodio de ictus. En la RS de Sorinola (590) el rango de edad oscilaba entre 55 y 72 años no especificándose la edad media.

Sin embargo, la media de edad de la población incluida en la publicación nº 4 fue de 75,3 (10,03) años. Este es un dato a tener en cuenta ya que estuvo muy cerca de la edad media de los sujetos que han sufrido un ictus en España y países con gran capacidad económica (48) lo cual hace que los resultados de dicho estudio puedan ser extrapolables a la población española y países con rentas elevadas. Esto contrasta con varios estudios realizados con el mismo objetivo y características similares en los cuales se incluyeron sujetos más jóvenes con un rango de edad que oscilaba entre 55 a 62 años (550,552-554). También se halló que la muestra de la población de varios de estos estudios no era europea lo cual hace difícil extrapolar sus resultados ya que las características antropométricas y funcionales de los individuos difieren de la población española.

Otra de las limitaciones frecuentes encontradas en la publicación nº 1 fue que el tamaño del universo de la muestra de la gran mayoría de los estudios era de un número reducido de participantes, limitando su capacidad para detectar diferencias entre los grupos en el caso de existir, así como tampoco se detalla los criterios para el cálculo del tamaño muestral. El análisis no fue realizado por intención de tratar, en algunos ECAs los grupos no eran homogéneos al inicio del estudio, dificultando la comparación entre los grupos y la interpretación de los resultados al no haberse realizado ajustes; y el evaluador no estaba enmascarado en ninguno de ellos, dada la naturaleza de las intervenciones comparadas, y en cuatro de los estudios hubo más de un 15% de pérdidas y abandonos.

Todas estas carencias se tuvieron en cuenta en el diseño de nuestro ensayo clínico (publicación nº4). Se planteó un estudio multicéntrico, en el que se incluyeron 80 pacientes ( $\leq 3$  meses post ictus) que fueron evaluados por el mismo terapeuta que estaba cegado a la asignación de los pacientes. Estos tampoco tenían conocimiento del grupo de estudio al que pertenecían por lo que se minimizó el sesgo en la evaluación de los pacientes y la medición de los efectos del tratamiento. Se realizó un cálculo formal del tamaño muestral en base a asunciones especificadas, se especifica detalladamente la variable principal y la diferencia mínima clínicamente relevante así como se detallan las exclusiones del análisis.

No se detectó ningún tipo de efectos adversos en las intervenciones, ni en los estudios incluidos de la revisión sistemática (publicación nº1), ni en nuestro ensayo clínico (publicación nº4), ya fueran realizadas con una superficie estable o inestable. Tampoco existe ningún riesgo adicional para el paciente más allá del que comporta la fisioterapia convencional, siendo una técnica no invasiva en la que no se introduce ningún elemento en el cuerpo del paciente. Este aspecto es muy importante de tener en cuenta para realizar el planteamiento del abordaje terapéutico de los pacientes con ictus.

Cuando es posible, en las RS, los resultados se pueden expresar de manera cuantitativa a través de un metanálisis (575). No obstante, en la publicación nº1 éstos se presentaron de manera descriptiva ya que se realizó un metanálisis tentativo y debido a la gran heterogeneidad hallada en el análisis estadístico

(inconsistencia entre los estudios), se descartó esta posibilidad. El metanálisis sólo se debe considerar cuando un grupo de estudios es suficientemente homogéneo en cuanto a los participantes, las intervenciones y los resultados evaluados (homogeneidad clínica) y además, los resultados individuales observados para una misma variable a través de los estudios es suficientemente consistente (homogeneidad estadística) (598). Una alternativa a este problema es o bien partir la muestra de ECAs en subpoblaciones de estudios más homogéneos que haga que los resultados sean interpretables clínicamente o, como fue nuestro caso, presentar los resultados de los estudios individuales de forma narrativa, con un énfasis en la dirección, magnitud y consistencia de los resultados entre estudios.

En nuestra revisión se pudo objetivar que el entrenamiento con ejercicios de tronco, añadidos a la fisioterapia convencional, con un cierto grado de evidencia, mejoraban el equilibrio dinámico en sedestación pero no así el equilibrio estático. Este hecho podría estar influenciado porque al inicio del estudio un 66% de los pacientes ya mantenían la sedestación sin ningún tipo de ayuda en varios de los estudios por un mínimo de 30 segundos (551,554,555,557,558,585,586). Por el contrario, en la publicación nº4 si era posible incluir pacientes con un equilibrio en sedestación y control de tronco muy deficitario. Sin embargo, debido a que no se observó ninguna mejoría en la variable equilibrio estático en sedestación en la RS se decidió no incluirla como medida de resultado, en el diseño de nuestro ECA.

En la publicación nº4 la magnitud de los resultados de la variable equilibrio dinámico en sedestación y control de tronco evaluados con la escala y subescala de la versión española de la TIS 2.0, son algo superiores a los obtenidos por Verheyden y Yoo (550,553). Una posible explicación a este hallazgo podría ser que en nuestro estudio se añadieron ejercicios realizados sobre una superficie inestable como una *physio-ball*, imprimiendo una mayor sollicitación muscular y dificultad en la ejecución de los ejercicios, mientras que los autores antes mencionados realizaron los CSEs en superficies estables.

Nuestros resultados están en consonancia con los hallados en los estudios de Saeys (552), Ibrahim (558), Karthikbabu (554) y Lee (586) los cuales también

introdujeron en su intervención experimental una superficie inestable. Dichos efectos están avalados por diversos autores como Behm (497,547), Marshall (545) y Nuzzo (599) que realizaron sus investigaciones con población sana. Estos autores demostraron que los ejercicios de *Core Stability* realizados sobre una superficie inestable, como una *physio-ball*, excepto el ejercicio del puente pélvico (600), tienen mayores beneficios que los realizados en una superficie estable en cuanto a la mejora de la fuerza y coordinación del tronco. Bae et al, (601) hallaron que después de 12 semanas de entrenamiento en una superficie inestable aumentaba la sección transversal de los paravertebrales, en concreto los multifídus y mejoraba el equilibrio en sedestación en pacientes crónicos postictus.

El entrenamiento con una superficie inestable en sedestación provoca la co-contracción de los músculos del *Core*, especialmente de los locales pero también de los globales, para mantener el equilibrio en esta posición (602) y el centro de gravedad del cuerpo (602). El SNC recibe información sensorial del cuerpo y del entorno (en este caso la *physio-ball*) proporcionando una retroalimentación constante y permitiendo el perfeccionamiento del movimiento ayudando a la estabilidad de la columna (489).

Debido a la evidencia de que las superficies inestables dan mejores resultados que las estables para mejorar del equilibrio, en la publicación nº4 se decidió incluir dos ejercicios con la *physio-ball* en el primer nivel, en decúbito supino, aspecto que no se había contemplado en ninguno de los estudios encontrados en la literatura. La gran mayoría de los pacientes, en los primeros días de la intervención, no eran capaces de realizar los CSEs en sedestación encima de la *physio-ball*, salvo excepciones. Los motivos podían ser que la media de edad de los sujetos era elevada y que se hallaban en la fase inicial del ictus y con un deficiente control postural, un alto porcentaje de pacientes no toleraban la sedestación sin ayuda de ningún tipo. Por este motivo se propusieron tres niveles de ejercicios de dificultad creciente, como ya se ha mencionado con anterioridad, ya que en el tercer nivel se realizaban los ejercicios en sedestación encima de la *physio-ball*.

Uno de los puntos que no quedan generalmente claros en los estudios de fisioterapia, es la dosis o pauta de tratamiento ideal que se debe aplicar a los



pacientes. En la publicación nº1 la gran mayoría de autores estuvieron de acuerdo en añadir 30 minutos de CSEs a la fisioterapia convencional con un cómputo total que oscilaba entre 5 a 16h, mientras que Yoo (553) añadió 6 h.

En nuestro ensayo clínico (publicación nº4) el total de tiempo empleado en la realización de los CSEs fue de 6,15 horas repartidas en 25 sesiones y distribuidas en 15 minutos al día, 5 días a la semana durante 5 semanas, lo que parece ser una buena pauta para conseguir buenos resultados con el objetivo planteado y teniendo en cuenta los resultados obtenidos. La intervención al estar repartida en 5 días a la semana las cargas de trabajo quedan bien distribuidas y supuestamente podría favorecer la neuroplasticidad.

Otro factor a tener en cuenta es que las principales mejoras se producen en los días posteriores a sufrir el ictus, ya que la recuperación de la habilidad normal del control motor ocurre dentro de los tres primeros meses después de éste (603). Por ello es lógico pensar que cuanto antes se inicie el tratamiento de fisioterapia, mejores podrán ser los resultados obtenidos. Es por esto que en la publicación nº4 se propuso el inicio de la intervención de una forma más temprana que en los otros estudios, en los que también se tenía por objetivo la mejora del equilibrio en sedestación. De esta forma, la media del tiempo transcurrido después del ictus en la publicación nº4 fue de 23,25 días (16,7), solamente superado por Kartikhababu con una media de 12 días (2-34 días), pero sensiblemente inferior a la media de tiempo transcurrido en otros estudios que osciló entre 33 y 61 días (550,552,553).

La intervención del ECA fue diseñada para mejorar la fuerza y la resistencia de los músculos posturales del *Core*, los cuales estabilizan el tronco y es posible que mejoren el tiempo de reacción de los músculos posturales, lo que es un factor muy importante para un equilibrio óptimo. Esto es consistente con estudios recientes en los que se demuestra que en sujetos de edad avanzada la resistencia muscular del *Core* se asocia con una mejora en el equilibrio y control postural (604). Según Tsao et al, después del entrenamiento con ejercicios musculares existe una mejor actividad y control postural reactivo en concreto en la estrategia de cadera que podría deberse a la reorganización de la corteza motora (370).

Los individuos postictus a menudo experimentan una integración sensorial anormal lo cual influye en los movimientos alterados que estos realizan. El estímulo táctil que los fisioterapeutas proporcionan a los pacientes con sus manos, posibilita que estos realicen unos mejores movimientos pudiendo también estimular la neuroplasticidad. Esta afirmación podría estar apoyada por los resultados de Richards (605) que observó que en regiones del cerebro de un ratón, la estimulación táctil aumentaba significativamente las ramificaciones dendríticas y su longitud y la densidad de la espina dorsal.

Referente a la variable equilibrio en bipedestación en la publicación nº1 no quedó claramente demostrada su eficacia. Sólo en los estudios de Saeys (552), Ibrahim, Kumar y Karthikbabu (554) se muestran diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental. En la publicación nº4 se evaluó dicha variable con la escala *Berg Balance Scale* (BBS), donde el grupo experimental obtuvo unos excelentes resultados, superando el 15% de mejora aconsejado por la *Ottawa Panel* (429) para ser considerada como una mejora significativa. Los pacientes del grupo experimental al final de la intervención alcanzaron una media en la puntuación de la BBS de 28,45 (17,75) puntos, lo cual según el autor original de la escala, representa un riesgo moderado de caídas y el grupo control obtuvo una media de 17,03 (15,11) puntos que representa un elevado riesgo de caídas (606-608). Esta mejoría podría deberse a que los pacientes del grupo experimental consiguen un buen control de tronco y equilibrio en sedestación antes que el grupo control, lo que les permite realizar antes tareas más complejas en bipedestación que el grupo control. Estos datos están en consonancia con los hallazgos de Kahle (609) donde evidenció una mejora del equilibrio realizando una intervención de CSEs en personas entre 65 y 85 años.

El control muscular y neuronal del tronco juega un papel muy importante en el equilibrio en bipedestación debido a sus complejos patrones multi-segmentarios de movimiento (501). Se ha observado que el movimiento de la parte inferior del tronco o de la pelvis es el primer activador para las correcciones de equilibrio (610). La capacidad para transferir voluntariamente peso corporal mientras se mantiene el equilibrio en bipedestación sobre una base fija de apoyo o cambiar de

forma activa la base de apoyo y adoptar una postura diferente es un requisito previo para la movilidad segura (129).

Después del entrenamiento con los CSEs se ha observado que disminuye transitoriamente la zona de la trayectoria del centro de presiones y sus oscilaciones mediolaterales y totales durante el equilibrio estático en bipedestación con los ojos cerrados en sujetos sanos (611). En pacientes con esclerosis múltiple con afectación leve a moderada se demostró que el entrenamiento con los CSEs mejoran el rendimiento del equilibrio (612).

Respecto a la marcha en la publicación n°1 sólo en los artículos de Saeys (552) y Karthikbabu (554) se observa un efecto de transferencia o *carry over* de los ejercicios de tronco a la deambulación. En la publicación n°4 parece existir también una relación los CSEs y la mejora en la marcha, posiblemente es debido a la activación y mayor resistencia del glúteo medio (610) junto a la estimulación de la información propioceptiva de la cadera y el tronco (322), lo cual mejora las respuestas posturales en la deambulación. Mientras el eje anteroposterior es regulado por las acciones de los flexores y extensores del tobillo, en el eje mediolateral los abductores y aductores de la cadera juegan un papel importante (613), músculos que forman parte del *Core* y son activados en los CSEs. Desde un punto de vista biomecánico, el control de la estabilidad mediolateral mientras se está en la fase de apoyo depende normalmente de la articulación de la cadera y los movimientos posturales del tronco (614), este punto es evaluado en la S-PASS sin permitir al paciente ningún tipo de ayuda lo cual proporciona información de cómo será su marcha.

Los resultados hallados en la publicación n°4 están en consonancia con los hallados por Gjelsvik et al, (567) que mostraron una relación positiva entre la mejora del control del tronco y la marcha. Así mismo Krawczyk et al, (615) observaron que las mejoras en el grado de inclinación de la pelvis conducen a mejoras en la funcionalidad de ésta.

Es importante analizar si una intervención fisioterapéutica repercute en las actividades que puede realizar en su vida diaria. En la publicación n°1 sólo dos de los estudios, Pollock (555) y Mudie (556), tuvieron en cuenta esta variable de

resultado y fueron valorados con el Índice de Barthel (IB) (ver Anexo 3). En la publicación nº4 si se tuvo en cuenta dicha variable valorándola con la misma escala IB y hallándose diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental, lo cual demuestra que existe una cierta transferencia del control de tronco a las AVD.

Estos resultados podrían ser explicados a que los CSEs influyen sobre los ajustes posturales anticipatorios (APAs) ya que juegan un papel importante en el mantenimiento del equilibrio durante la ejecución de tareas (543) y en el control central de la postura (616). Por lo tanto, la musculatura del *Core* al tener más resistencia se podría activar antes en la anticipación y en la preparación para el movimiento (337). Los resultados de Tsao et al, (347) sugieren que este tipo de entrenamiento puede ser potencialmente eficaz para mejorar los mecanismos de anticipación.

Los APAs en el tronco se ejecutan antes o junto al movimiento focal de las extremidades. Su papel principal es preparar el tronco contra las fuerzas de desestabilización impuestas por el movimiento de las extremidades y para orientar el tronco en el espacio de manera que la salida deseada del motor se pueda lograr a través del movimiento focal (515).

### ***Evaluación del equilibrio y control postural con escalas validadas***

Tanto en nuestra revisión como en la de Sorinola (590) se puede observar que la escala *Trunk Impairment Scale* (TIS) (459) es la más utilizada por los autores para evaluar el equilibrio en sedestación y control de tronco en los pacientes postictus. Se pudo comprobar que no estaba validada a la lengua española al igual que la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) (405) utilizada para la evaluación del equilibrio y control postural en dichos individuos. Se decidió validarlas a la lengua española para una mayor comprensión de las mismas por parte de los clínicos e investigadores, al ser necesaria su utilización para el ensayo clínico de la publicación nº4.

La mayoría de las escalas, para este tipo de pacientes, han sido desarrolladas en países de habla inglesa lo cual genera una serie de inconvenientes cuando se van a utilizar en países con lenguas o culturas diferentes. El tener que aplicar estas

escalas en pacientes de una cultura diferente de la cual se desarrolló por parte de clínicos de una cultura distinta donde se creó el instrumento y con un ajuste lingüístico que supone la traducción, implica que se debe repetir el proceso de certificación del instrumento es decir de validación de la escala (617).

Los resultados de la validación versión española de la PASS (S-PASS) muestran unos datos psicométricos excelentes muy similares a los de la escala original. El ítem con mayor puntuación fue en supino “girarse por el lado afecto” con el 81,7%. Por el contrario, el más difícil fue “apoyo monopodal del lado afecto” con el 63,3% de los pacientes con la puntuación más baja y con un alto porcentaje de ellos que ni se atrevió a intentarlo, ya que en este ítem no se permite ningún tipo de ayuda. Este resultado es concordante con el obtenido en el estudio de validación de la escala original en la que el 67% de los pacientes obtuvo la puntuación más baja en dicho ítem.

Los ítems del 1 al 3 y el 8 de la S-PASS evalúan el control de tronco y poseen un valor predictivo de la función de las actividades de la vida diaria un año después de haber sufrido el ictus (400,618). Los ítems del 1 al 4 de la S-PASS para la valoración del equilibrio del tronco permiten detectar pequeños cambios producidos en el control postural incluso cuando este está muy deteriorado. Ello posibilita al clínico controlar la evolución o progresión del paciente en fases iniciales y poder aplicarle el tratamiento más adecuado. Es importante destacar la importancia y utilidad de una medición adecuada y ajustada del control postural y equilibrio para el posterior manejo terapéutico de dichos pacientes.

En los ítems 11 y 12 “apoyo monopodal”, imprescindible para una marcha independiente y segura y con poco riesgo de caídas, por lo que es un ítem muy útil para el clínico ya que da información acerca de la estabilidad mediolateral y del *Core* lateral (glúteo medio). La PASS ha sido analizada recientemente en otro estudio para evaluar el riesgo de caídas (619) en población con ictus.

La S-PASS presenta una buena fiabilidad esto quiere decir que las puntuaciones que se obtienen con su aplicación son congruentes y reproducibles. Es válida mide lo que ha de medir, es sensible a los pequeños cambios y es fácilmente interpretable o lo que es lo mismo posee una facilidad para asignar un significado

comprensible a las puntuaciones y a sus cambios. Según la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) (559) la S-PASS estaría en la categoría de actividades y participación en el capítulo de movilidad y el dominio de “cambiar y mantener la posición del cuerpo”.

Uno de los criterios que nos llevó a validar la versión TIS 2.0 y no la TIS fue el hecho de que en el ECA la variable equilibrio estático en sedestación fue suprimida. La escala TIS 2.0 es la versión mejorada de la TIS sin la subescala equilibrio estático en sedestación.

Los resultados de la versión española de la TIS 2.0 (S-TIS 2.0) también reflejan unos buenos parámetros psicométricos siendo similares a los de la versión original. Posee una excelente consistencia interna y una alta fiabilidad inter e intraobservador y puede ser utilizada con garantías tanto en clínica como en investigación. Las frecuencias de cada uno de los ítems se corresponden en gran medida con los de la escala original, tanto los ítems de mayor como de menor puntuación. La consistencia interna es elevada, lo cual demuestra que mide lo que ha de medir, es homogénea y presenta una alta concordancia entre los ítems que las integran.

Los resultados de la fiabilidad intraobservador fue excelente y muy buena la interobservador siendo los datos similares a los que se obtuvieron con la TIS 2.0 original. Los resultados de la suma de las puntuaciones de las subescalas así como de la escala total S-TIS 2.0 analizados con el ICC, son superiores a 0,9 con diferencias muy pequeñas, lo cual indica una buena precisión y un valor excelente en la fiabilidad.

En la S-TIS 2.0 se valoran 4 movimientos, en sedestación, flexiones laterales los cuales son iniciados desde la cintura escapular y la cintura pélvica y rotaciones del tronco. Unos ítems de la escala son dependientes de otros donde se evalúa la calidad y la velocidad del movimiento y las compensaciones. Esta escala presenta varios puntos positivos a destacar: i) cada ítem puede ser realizado en tres ocasiones, lo cual permite al paciente poder corregir o mejorar el movimiento entre los intentos, ii) los movimientos que debe realizar el paciente son explicados por el evaluador y en el caso de que no lo entienda se le puede demostrar

realizando la acción requerida. Todo ello es de gran ayuda al paciente ya que le da la oportunidad de aprender a realizar los movimientos demandados.

Por el contrario, un aspecto negativo puede ser que al paciente no le es permitido recibir ayudas externas ni internas (por ejemplo, apoyarse con la extremidad superior), como sí se permiten en otras escalas, como la *Function in Sitting test* (FIST) (555). Posiblemente esta sería la explicación del peor resultado observado en el ítem 4 de la subescala C, que resultó especialmente difícil de ejecutar para los participantes, y que presentó una peor concordancia interobservador. En este ítem se le pide al paciente que realice un movimiento hacia delante con la hemipelvis, mientras la otra ha de permanecer estable, lo cual resulta difícil de realizar sin recibir ayudas.

La S-TIS 2.0 detecta deficiencias en la musculatura del tronco en el nivel de estructura y funciones corporales según la clasificación de la CIF (559). Otras escalas que valoran el equilibrio en sedestación lo hacen a nivel de actividades y participación según dicha clasificación. Por este motivo, algunos autores sugieren la utilización conjunta de ambos tipos de escalas en la valoración de los pacientes postictus (583) y es lo que se ha tenido en cuenta y llevado a cabo para la publicación nº4.

La S-TIS 2.0 es una herramienta relativamente corta y cuantitativa que se puede administrar durante la evaluación de la movilidad en la cama o camilla para los pacientes con diferentes grados de gravedad del ictus y en las diferentes fases, aguda, subaguda y crónica, incluyendo el síndrome de empujador. La S TIS 2.0 a veces es muy rápida de pasar debido a que algunos elementos de la escala dependen de otros, lo que implica que si un ítem se puntúa 0 los siguientes ítems dependientes de éste también tendrán una puntuación de 0. Esto puede reducir el tiempo empleado en la realización de la exploración clínica. Últimamente la TIS podría estar convirtiéndose en el gold estándar para la medición y evaluación del equilibrio en sedestación ya que un gran número de investigadores y clínicos la están utilizando en su práctica habitual.

El uso de la TIS 2.0 en el examen físico puede informar a los fisioterapeutas y profesional sanitario acerca de los aspectos importantes del control motor del

tronco y de su calidad de movimiento en pacientes con ictus. Como todos los ítems evalúan el "control del tronco", la suma de la puntuación basada en los ítems con la puntuación más alta refleja un buen control del tronco. Por lo tanto, se puede utilizar como una guía para el tratamiento con el fin de mejorar el nivel de actividad del paciente y su independencia. En la realización del estudio de la S-TIS 2.0 no se comparó con otra escala pero su validez de criterio fue ampliamente probada por el estudio de la escala original lo mismo se puede decir de la S-PASS.

Las dos versiones españolas, tanto de la PASS como de la TIS 2.0, pueden ser muy útiles en estudios de investigación dada su sencillez, fiabilidad y facilidad de aplicación. Las dos presentan validez de apariencia, de constructo y presentan sensibilidad al cambio. En la práctica clínica, los hallazgos antes descritos son beneficiosos para cuantificar las deficiencias del tronco y control postural en general durante la práctica de la rehabilitación. Además las características de los pacientes de los estudios de validación son similares a los de la escala original, siendo además, en los dos casos, poblaciones europeas.

Las escalas de valoración del equilibrio son más sensibles para detectar cambios después de realizar programas de entrenamiento, que las plataformas de fuerza (620), ya que evalúan lo que el paciente es capaz de realizar. Según Cho (621) una disminución de la oscilación postural no refleja necesariamente la mejora de la capacidad de equilibrio dinámico.

Por estas razones es por lo que se decidió utilizar escalas como herramienta de valoración de las variables en la publicación nº4 para valorar la efectividad de los ejercicios de *Core Stability*.

### ***Investigación clínica en Fisioterapia y Neurorehabilitación***

Esta tesis muestra, de una parte, un modelo lógico e integrado de avanzar en el conocimiento mediante estudios de investigación rigurosos dirigidos a completar lagunas de conocimiento detectadas. Como se ha dicho, las RS constituyen a menudo el primer paso para tener una visión global acerca de un tema de interés clínico, conocer la base de evidencias disponibles (cantidad y calidad de las



mismas) y los resultados que puedan informar las decisiones clínicas u orientar la futura investigación necesaria.

Cuando no se dispone de RS publicadas puede plantearse la necesidad y oportunidad de realizarla. No obstante, a pesar de ser un modelo de investigación llamada secundaria muy eficiente, no deben minimizarse las dificultades y cargas de trabajo. El impulso de realizar una RS muchas veces se produce en el marco de un trabajo académico, por un esfuerzo colaborativo entre hospitales y universidades y algunas veces por la consecución de una beca.

Las RS, como se ha dicho antes, identifican lagunas y limitaciones de conocimiento lo que a su vez sirve de justificación para diseñar un nuevo estudio como puede ser una ECA. Los ECAs presentan unas dificultades mayores de realización, aunque son el tipo de diseño de investigación de elección a la hora de contrastar la efectividad de una determinada intervención terapéutica, como ocurre frecuentemente en el ámbito de la Fisioterapia. Pero quizás el mayor problema es la falta de financiación pública que incentive y promueva ECAs de buena calidad sobre intervenciones terapéuticas no farmacológicas. En Fisioterapia queda todavía un largo camino por recorrer y que es preciso acompañar de estudios científicos rigurosos que ayuden a fundamentar la propia intervención

Por otro lado, en este proceso de fundamentación científica de esta disciplina, no es inusual encontrarse con que los ensayos clínicos se encuentran limitados por la falta de instrumentos específicos, válidos y fiables, para valorar los diferentes resultados. Los estudios de validación son muy importantes en estos momentos, ya que van a dotar de una serie de instrumentos válidos, tanto en el ámbito de la clínica como de la investigación. Dentro del ámbito de la Fisioterapia neurológica es muy habitual el uso de escalas de valoración que se deben de validar a nuestro entorno sociocultural.

# **10-CONCLUSIONES**

---



A continuación se presentan las conclusiones derivadas de este trabajo. Éstas se agrupan en dos áreas diferenciadas, por un lado el efecto que producen los ejercicios de tronco o de *Core Stability* sobre el equilibrio y el control postural y por otro lado la validación de las escalas que nos permiten valorar estos efectos.

- 1- Según la revisión sistemática de la literatura, el entrenamiento del tronco basado en ejercicios musculares, sin ayuda de dispositivos electromecánicos y como complemento de la fisioterapia convencional, aumenta el equilibrio funcional en sedestación, el control y rendimiento del tronco, el equilibrio en bipedestación, la marcha, las actividades de la vida diaria, la movilidad y calidad de vida en los pacientes postictus.
- 2- La calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorios, realizados hasta el momento e incluidos en la revisión sistemática, que evalúan el efecto de los ejercicios de tronco presentan un nivel moderado y justifican la necesidad de realizar nuevos estudios en nuestro entorno que resuelvan estas limitaciones.
- 3- Las Revisiones Sistemáticas son una herramienta útil para identificar lagunas de conocimiento y limitaciones metodológicas, orientando las líneas a seguir en futuras investigaciones.
- 4- El tratamiento fisioterapéutico basado en el entrenamiento de ejercicios musculares de tronco o de *Core Stability* durante 25 sesiones añadidos a la fisioterapia habitual en la fase subaguda del ictus en pacientes con una edad representativa de la población de nuestro entorno, aumenta el control de tronco y equilibrio dinámico en sedestación.
- 5- Los ejercicios de *Core Stability* producen un efecto de transferencia o carry over aumentando el equilibrio en bipedestación, marcha y actividades de la vida diaria (ADL) en la fase subaguda del ictus.
- 6- Los resultados observados en el ensayo clínico, presentado en esta tesis, muestran un efecto favorable sobre el equilibrio de tronco y el control postural de mayor magnitud que los estudios analizados en la revisión.
- 7- Las versiones en lengua española de las escalas *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) y la *Trunk Impairment Scale* version 2.0 (TIS 2.0),

para la valoración del equilibrio en sedestación y el control postural general en pacientes postictus, presentan una validez similar a las escalas originales.

- 8- La fiabilidad intra e interobservador de las versiones españolas de la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) y la *Trunk Impairment Scale* version 2.0 (TIS 2.0.) se puede calificar como muy buena al igual que la de las escalas originales.

### **Lineas de futuro**

Se considera que los futuros estudios tendrían que ir en la línea de demostrar el impacto de los CSEs tienen sobre la neuroplasticidad, sería necesario evaluar al paciente con la resonancia magnética funcional, para observar como se activan los mapas funcionales de las áreas motoras y sensitivas. También serviría para la comprensión de la forma en que la corteza motora y somatomotora se adapta y cambia en respuesta a las lesiones y a la intervención terapéutica. Evaluar la hipótesis de que los dos hemisferios cerebrales desempeñen un papel diferente en el control del tronco y la postura. Así mismo, sería interesante contrastar si los CSEs realmente mejoran los APAs, realizando las correspondientes valoraciones electromiográficas.

# **11-BIBLIOGRAFÍA**

---

- (1) Díez Tejedor E. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Guías oficiales de la Sociedad Española de Neurología. Barcelona: Prous Science 2006.
- (2) Díez-Tejedor E, del Brutto O, Álvarez Sabin J, Muñoz M, Abiusi G, Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. Classification of the cerebrovascular diseases. Iberoamerican Cerebrovascular diseases Society]. Rev Neurol 2001 Sep 1-15;33(5):455-464.
- (3) Martí-Vilalta JL, Matias Guiu J. Nomenclatura de las enfermedades vasculares cerebrales. Neurología 1987;2(166-75).
- (4) Ministerio de Ciencia e Innovación editor. Guía de práctica clínica para el manejo de pacientes con ictus en atención primaria. Madrid: Estilo Estu Graf impresores, S.L.; 2009.
- (5) WHO MONICA Project Principal Investigators. The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration. J Clin Epidemiol 1988;41(2):105-114.
- (6) López AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. The Lancet 2006;367(9524):1747-1757.
- (7) Wolfe CDA. The impact of stroke. Br Med Bull 2000;56(2):275.
- (8) Adamson J, Beswick A, Ebrahim S. Is stroke the most common cause of disability? Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 2004;13(4):171-177.
- (9) Kelly-Hayes M, Beiser A, Kase CS, Scaramucci A, D'Agostino RB, Wolf PA. The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: the Framingham study. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 2003;12(3):119-126.
- (10) Durán MÁ. Informe sobre el impacto social de los enfermos dependientes por ictus:(informe ISEDIC, 2004). : Luzán 5; 2004.
- (11) Batchelor FA, Mackintosh SF, Said CM, Hill KD. Falls after stroke. Int J Stroke 2012 Aug;7(6):482-490.
- (12) World Health Organization. Executive Board. Handbook of resolutions and decisions of the World Health Assembly and the Executive Board. : World Health Organization; 1971.
- (13) Ministerio de Sanidad y Consumo. Estrategia en ictus del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Política Social. Depósito Legal: M-51324-2009 ed.; 2009.

- (14) Vivancos J, Gil Núñez A, Mostacero E, Gil Núñez A. Situación actual de la atención al ictus en fase aguda en España. En: Gil Núñez A (coordinador). Organización de la asistencia en fase aguda del ictus. GEECV de la SEN 2003:9-26.
- (15) Rothwell P, Coull A, Giles M, Howard S, Silver L, Bull L, et al. Change in stroke incidence, mortality, case-fatality, severity, and risk factors in Oxfordshire, UK from 1981 to 2004 (Oxford Vascular Study). *The Lancet* 2004;363(9425):1925-1933.
- (16) Alzamora M, Sorribes M, Heras A, Vila N, Vicheto M, Forés R, et al. Ischemic stroke incidence in Santa Coloma de Gramenet (ISISCOG), Spain. A community-based study. *BMC neurology* 2008;8(1):5.
- (17) Lai SM, Studenski S, Duncan PW, Perera S. Persisting consequences of stroke measured by the Stroke Impact Scale. *Stroke* 2002 Jul;33(7):1840-1844.
- (18) Arboix A, Díaz J, Pérez-Sempere A, Álvarez-Sabin J. Ictus: tipos etiológicos y criterios diagnósticos. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Barcelona: Prous Science; 2006.
- (19) Plan Director de la Enfermedad Vascul ar Cerebral en Cataluña. Guía de Práctica Clínica del ictus. 2ª ed. Barcelona: Agencia de Evaluación de Tecnología e Investigación Médicas. Barcelona; 2007.
- (20) Adams R, Acker J, Alberts M, Andrews L, Atkinson R, Fenelon K, et al. Recommendations for improving the quality of care through stroke centers and systems: an examination of stroke center identification options: multidisciplinary consensus recommendations from the Advisory Working Group on Stroke Center Identification Options of the American Stroke Association. *Stroke* 2002 Jan;33(1):e1-7.
- (21) Easton J, Albers G, Caplan L, Saver J, Sherman D. Discussion: Reconsideration of TIA terminology and definitions. *Neurology* 2004;62(8 Suppl 6):S29.
- (22) Lovett JK, Dennis MS, Sandercock PA, Bamford J, Warlow CP, Rothwell PM. Very early risk of stroke after a first transient ischemic attack. *Stroke* 2003 Aug;34(8):e138-40.
- (23) Coull AJ, Lovett JK, Rothwell PM, Oxford Vascular Study. Population based study of early risk of stroke after transient ischaemic attack or minor stroke: implications for public education and organisation of services. *BMJ* 2004 Feb 7;328(7435):326.
- (24) Giles MF, Rothwell PM. Risk of stroke early after transient ischaemic attack: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology* 2007;6(12):1063-1072.



(25) Giles M, Albers G, Amarenco P, Arsava E, Asimos A, Ay H, et al. Early stroke risk and ABCD2 score performance in tissue-vs time-defined TIA. *Neurology* 2011;77(13):1222-1228.

(26) Dávalos A, Castillo J, Álvarez Sabin J, Martí-Vilalta J, Martínez Vila E, Matías-Guiu J. Ataques isquémicos transitorios. *Manual de Enfermedades vasculares cerebrales* 1999.

(27) Agencia de Evaluación de Tecnología e Investigación Médicas. Guía de Práctica Clínica Generalitat de Catalunya. 2007 2ª edición Barcelona.

(28) Kammergaard L, Rasmussen B, Jørgensen H, Reith J, Weber U, Olsen T. Feasibility and safety of inducing modest hypothermia in awake patients with acute stroke through surface cooling: a case-control study: the Copenhagen Stroke Study. *Stroke* 2000;31(9):2251-2256.

(29) Krieger DW, De Georgia MA, Abou-Chebl A, Andrefsky JC, Sila CA, Katzan IL, et al. Cooling for acute ischemic brain damage (COOL AID) - An open pilot study of induced hypothermia in acute ischemic stroke. *Stroke* 2001 AUG 2001;32(8):1847-1854.

(30) Castillo J. Fisiopatología de la isquemia cerebral. *Rev Neurol* 2000;30(5):459.

(31) Arboix A, Díaz J, Pérez-Sempere A, Álvarez-Sabín J. en nombre del Comité de Redacción ad hoc del Grupo de Estudio de las Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. Ictus: tipos etiológicos y criterios diagnósticos. *Neurología* 2002;17(Supl 3):3-12.

(32) Zapater G, Matías Guiu J, Martínez Vila E, Martín Vilalta JL Isquemia cerebral global experimental Isquemia cerebral global. Grupo de estudios de las enfermedades cerebrovasculares. *Sociedad Española de Neurología, II* ;20:1992.

(33) Alvarez Sabin J, Codina-Puiggros A. Encefalopatía hipóxico-isquémica. *Tratado de Neurología*. In: Editorial libro del año, editor.; 1994. p. 494-495.

(34) Doussoulin-Sanhueza MA. Como se fundamenta la neurorrehabilitación desde el punto de vista de la neuroplasticidad. *Arch Neurocién (Mex)* 2011;16(4):216-222.

(35) Athauda D, Tan GS. Evolving Infarction in the Anterior Circulation. *N Engl J Med* 2014 10/02; 2014/12;371(14):e20.

(36) Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Warlow C, Burn J. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. *The Lancet* 1991;337(8756):1521-1526.

(37) Martí-Vilalta JL editor. Guia de diagnòstic i tractament de les malalties vasculars cerebrals. *Societat Catalana de Neurologia*.www.scn.es.

- (38) Aguado Arroyo O, Aleix Ferer C, Alvarez Sabin J, Cacho Calvo A,. Guia de práctica clínica para el manejo de pacientes con ictus en atención primaria. 2º ed. Madrid España: Sistema Nacional de Salud; 2010.
- (39) Calandre L, Arnal C, Ortega JF, Bermejo F, Felgeroso B, Del Ser T, et al. Risk factors for spontaneous cerebral hematomas. Case-control study. *Stroke* 1986;17(6):1126-1128.
- (40) Tang XN, Berman AE, Swanson RA, Yenari MA. Digitally quantifying cerebral hemorrhage using Photoshop<sup>®</sup> and Image J. *J Neurosci Methods* 2010;190(2):240-243.
- (41) Massaro A, Sacco R, Mohr J, Foulkes M, Tatemichi T, Price T, et al. Clinical discriminators of lobar and deep hemorrhages. *Neurology* 1991;41(12):1881-1881.
- (42) Arboix A, García-Eroles L, Massons JB, Oliveres M, Comes E. Predictive factors of early seizures after acute cerebrovascular disease. *Stroke* 1997;28(8):1590-1594.
- (43) Weisberg LA. Subcortical lobar intracerebral haemorrhage: clinical-computed tomographic correlations. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 1985;48(11):1078-1084.
- (44) Darby D, Donnan G, Saling M, Walsh K, Bladin P. Primary intraventricular hemorrhage. *Neurology* 1988;38(1):68-68.
- (45) Marti-Fabregas J, Marti-Vilalta JL. Primary ventricular hemorrhage. *Rev Neurol* 2000 Jul 16-31;31(2):187-191.
- (46) Van Gijn J, Rinkel G. Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. *Brain* 2001;124(2):249-278.
- (47) Cánovas Vergé D. Guia ictus Corporació Sanitaria Parc Tauli. 2011.
- (48) Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet* 2014;383(9913):245-255.
- (49) Brainin M, Bornstein N, Boysen G, Demarin V. Acute neurological stroke care in Europe: results of the European Stroke Care Inventory. *European Journal of Neurology* 2000;7(1):5-10.
- (50) Rothwell P, Coull A, Silver L, Fairhead J, Giles M, Lovelock C, et al. Population-based study of event-rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (oxford vascular study). *The Lancet* 2005;366(9499):1773-1783.
- (51) O'Brien JT. Vascular cognitive impairment. *American Journal of Geriatric Psychiatry* 2006;14(9):724.

(52) World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva: World Health Organization, 2011- 2013.

(53) Mendis S, Puska P, Norrving B. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. : World Health Organization; 2011.

(54) Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. PLoS medicine 2006;3(11):e442.

(55) Pérez-Nellar J, Scherle-Matamoros CE , Montes de Oca F, González-González JL , Hierro-García D. Demora en la llegada de pacientes con hemorragia subaracnoidea a un hospital terciario. Rev Neurol 2009;49((10)):524-528.

(56) Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III, Epidemiología mortalidad. Available at: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-servicios-cientifico-tecnicos/fd-vigilancias-alertas/mortalidad-cne.shtml>. Accessed Septiembre/17, 2012.

(57) Castillo J, Martí-Vilalta J, Martínez-Vila E, Matías-Guiu J. Manual de enfermedades vasculares cerebrales. : Prous Science; 1999.

(58) Arana A, Uribe C, Muñoz A, Salinas F, Celis J. Enfermedad cerebrovascular guías de practica clínica basada en evidencia. Proyecto ISS-ASCOFAME. Colombia 1999.

(59) Díaz-Guzmán J, Egido J, Abilleira S, Barberá G, Gabriel R. Incidencia del ictus en España: Datos prelimiars crudos del estudio IBERICTUS. Neurología 2007;22:605.

(60) Fernández de Bobadilla J, Sicras-Mainar A, Navarro-Artieda R, Planas-Comes A, Soto-Álvarez J, Sánchez-Maestre CÁ, et al. Estimación de la prevalencia, incidencia, comorbilidades y costes directos asociados en pacientes que demandan atención por ictus en un ámbito poblacional español. Rev Neurol 2008;46(7):397-405.

(61) Marrugat J, Arboix A, García-Eroles L, Salas T, Vila J, Castell C, et al. Estimación de la incidencia poblacional y la mortalidad de la enfermedad cerebrovascular establecida isquémica y hemorrágica en 2002. Revista Española de Cardiología 2007;60(6):573-580.

(62) Medrano Albero MJ, Boix Martínez R, Cerrato Crespán E, Ramírez Santa-Pau M. Incidencia y prevalencia de cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular en España: revisión sistemática de la literatura. Revista española de salud pública 2006;80(1):05-15.

(63) Dávalos A, Castillo J, Martínez-Vila E. Delay in neurological attention and stroke outcome. Stroke 1995;26(12):2233-2237.

- (64) Truelsen T, Piechowski-Józwiak B, Bonita R, Mathers C, Bogousslavsky J, Boysen G. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *European journal of neurology* 2006;13(6):581-598.
- (65) Zhang Y, Chapman A, Plested M, Jackson D, Purroy F. The incidence, prevalence, and mortality of stroke in France, Germany, Italy, Spain, the UK, and the US: a literature review. *Stroke research and treatment* 2012;2012.
- (66) Feigin VL, Lawes CMM, Bennett DA, Anderson CS. Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *The Lancet Neurology* 2003;2(1):43-53.
- (67) Boix R, Del Barrio J, Saz P, Reñé R, Manubens J, Lobo A, et al. Stroke prevalence among the Spanish elderly: an analysis based on screening surveys. *BMC neurology* 2006;6(1):36.
- (68) Marti-Vilalta J, Arboix A. The Barcelona stroke registry. *Eur Neurol* 1999;41(3):135-142.
- (69) Otero PMM, Barbagelata LC. [Etiologic subtypes of ischemic stroke in young adults aged 18 to 45 years: a study of a series of 93 patients]. *Rev Clin Esp* 2007;207(4):158.
- (70) Beltrán-Blasco I, Medrano V, Sánchez-Pérez R, Moltó-Jordà J, Matías-Guiu Guía J. Diferencias entre pacientes con ictus isquémico españoles frente a centro y nordeuropeos: un estudio de casos y controles. *Revista de neurología* 2005;40(4):193-198.
- (71) Fernández de Bobadilla Osorio, J, Sicras Mainar A, Navarro Artieda R, Planas Comes A, Soto Álvarez J, Sánchez Maestre C, et al. Estimación de la prevalencia, incidencia, comorbilidades y costes directos asociados en pacientes que demandan atención por ictus en un ámbito poblacional español. *Rev Neurol* 2008;46(7):397-405.
- (72) Díaz-Guzmán J, Egido-Herrero J, Fuentes B, Fernández-Pérez C, Gabriel-Sánchez R, Barbera G, et al. Incidencia de ictus en España: estudio Iberictus. *Rev Neurol* 2009;48(2):61-65.
- (73) Arias-Rivas S, Vivancos-Mora J, Castillo J. Epidemiología de los subtipos de ictus en pacientes hospitalizados atendidos por neurólogos: resultados del registro EPICES (I). *Revista de Neurología* 2012;54(7):385-393.
- (74) National Institute of Neurological Disorders and Stroke NINDS. Know Stroke. Know the Signs. Act in Time. Available at: <http://stroke.nih.gov/materials/knowstrokevideo.htm>. Accessed 15 Septiembre, 2014.
- (75) National Stroke Foundation Australia. What is a Stroke. Signs of Stroke. 2014; Available at: <http://strokefoundation.com.au/what-is-a-stroke/signs-of-stroke/>. Accessed Septiembre/17, 2014.

(76) Díez-Tejedor E, Soler R, Castillo J, Álvarez Sabín J, Martí Vilalta J, Martínez Vila E, et al. Concepto y clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. In: Barcelona, editor. *Manual de enfermedades cerebrovasculares.*: Prous Science; 1999. p. 43-54.

(77) Whisnant J. Classification of cerebrovascular diseases III. *Stroke* 1990;21:637-676.

(78) Rigau Comas D, Álvarez-Sabín J, Gil Núñez A, Abilleira Castells S, Borrás Pérez FX, Armario García P, et al. Guía de práctica clínica sobre prevención primaria y secundaria del ictus. *Medicina clínica* 2009;133(19):754-762.

(79) Lewington S, Whitlock G, Clarke R, Sherliker P, Emberson J, Halsey J. Prospective Studies Collaboration Blood cholesterol and vascular mortality by age, sex, and blood pressure: a meta-analysis of individual data from 61 prospective studies with 55,000 vascular deaths. *Lancet* 2007;370(9602):1829-1839.

(80) Lawes CM, Bennett DA, Feigin VL, Rodgers A. Blood pressure and stroke an overview of published reviews. *Stroke* 2004;35(3):776-785.

(81) E. Kjeldsen, Stevo Julius, Thomas Hedner, Lennart Hansson, Sverre. Stroke is more common than myocardial infarction in hypertension: analysis based on 11 major randomized intervention trials. *Blood Press* 2001;10(4):190-192.

(82) Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, et al. Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension* 2003;42(6):1206-1252.

(83) Lawes CM, Vander Hoorn S, Law MR, Elliott P, MacMahon S, Rodgers A. Blood pressure and the global burden of disease 2000. Part II: estimates of attributable burden. *J Hypertens* 2006;24(3):423-430.

(84) Ebrahim S, Beswick A, Burke M, Davey Smith G. Multiple risk factor interventions for primary prevention of coronary heart disease. *The Cochrane Library* 2001.

(85) Rashid P, Leonardi-Bee J, Bath P. Blood Pressure Reduction and Secondary Prevention of Stroke and Other Vascular Events A Systematic Review. *Stroke* 2003;34(11):2741-2748.

(86) Zhang H, Thijs L, Staessen JA. Blood pressure lowering for primary and secondary prevention of stroke. *Hypertension* 2006;48(2):187-195.

(87) Cleeman J, Grundy S, Becker D, Clark L. Expert panel on Detection, Evaluation and Treatment of High blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel (ATP III). *JAMA* 2001;285(19):2486-2497.

(88) Collaboration, Asia Pacific Cohort Studies. Cholesterol, coronary heart disease, and stroke in the Asia Pacific region. *Int J Epidemiol* 2003;32(4):563-572.

- (89) Horenstein RB, Smith DE, Mosca L. Cholesterol predicts stroke mortality in the Women's Pooling Project. *Stroke* 2002;33(7):1863-1868.
- (90) Infarction L. Controversies in Stroke. *Stroke* 2004;35:1778-1779.
- (91) Sever PS, Dahlöf B, Poulter NR, Wedel H, Beevers G, Caulfield M, et al. Prevention of coronary and stroke events with atorvastatin in hypertensive patients who have average or lower-than-average cholesterol concentrations, in the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial—Lipid Lowering Arm (ASCOT-LLA): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet* 2003;361(9364):1149-1158.
- (92) Paul SL, Thrift AG, Donnan GA. Smoking as a crucial independent determinant of stroke. *Tob Induc Dis* 2004;2(2):67-80.
- (93) Kurth T, Kase CS, Berger K, Schaeffner ES, Buring JE, Gaziano JM. Smoking and the risk of hemorrhagic stroke in men. *Stroke* 2003 May;34(5):1151-1155.
- (94) Klatsky AL, Armstrong MA, Friedman GD, Sidney S. Alcohol drinking and risk of hemorrhagic stroke. *Neuroepidemiology* 2002 May-Jun;21(3):115-122.
- (95) Ronksley PE, Brien SE, Turner BJ, Mukamal KJ, Ghali WA. Association of alcohol consumption with selected cardiovascular disease outcomes: a systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2011 Feb 22;342:d671.
- (96) Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. *N Engl J Med* 2001;344(1):3-10.
- (97) Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2009 Nov 24;339:b4567.
- (98) Mozaffarian D, Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* 2006;296(15):1885-1899.
- (99) He K, Song Y, Daviglius ML, Liu K, Van Horn L, Dyer AR, et al. Fish consumption and incidence of stroke: a meta-analysis of cohort studies. *Stroke* 2004 Jul;35(7):1538-1542.
- (100) He FJ, Nowson CA, MacGregor GA. Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *The Lancet* 2006;367(9507):320-326.
- (101) Wendel-Vos GC, Schuit AJ, Feskens EJ, Boshuizen HC, Verschuren WM, Saris WH, et al. Physical activity and stroke. A meta-analysis of observational data. *Int J Epidemiol* 2004 Aug;33(4):787-798.
- (102) Mozaffarian D, Wilson PW, Kannel WB. Beyond established and novel risk factors: lifestyle risk factors for cardiovascular disease. *Circulation* 2008 Jun 10;117(23):3031-3038.

(103) Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. *Circulation* 2007 Nov 6;116(19):2110-2118.

(104) Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 2003 Jun 24;107(24):3109-3116.

(105) de Weerd M, Greving JP, Hedblad B, Lorenz MW, Mathiesen EB, O'Leary DH, et al. Prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis in the general population: an individual participant data meta-analysis. *Stroke* 2010 Jun;41(6):1294-1297.

(106) van Wijk R, Cumming T, Churilov L, Donnan G, Bernhardt J. An early mobilization protocol successfully delivers more and earlier therapy to acute stroke patients: further results from phase II of AVERT. *Neurorehabil Neural Repair* 2012 Jan;26(1):20-26.

(107) Go AS, Hylek EM, Phillips KA, Chang Y, Henault LE, Selby JV, et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA* 2001;285(18):2370-2375.

(108) Lakshminarayan K, Solid CA, Collins AJ, Anderson DC, Herzog CA. Atrial fibrillation and stroke in the general medicare population: a 10-year perspective (1992 to 2002). *Stroke* 2006 Aug;37(8):1969-1974.

(109) Hart RG, Halperin JL. Atrial fibrillation and thromboembolism: a decade of progress in stroke prevention. *Ann Intern Med* 1999;131(9):688-695.

(110) Helgason CM, Wolf PA. American Heart Association Prevention Conference IV: prevention and rehabilitation of stroke: executive summary. *Circulation* 1997 Jul 15;96(2):701-707.

(111) Wolf PA, D'Agostino RB, O'Neal MA, Sytkowski P, Kase CS, Belanger AJ, et al. Secular trends in stroke incidence and mortality. The Framingham Study. *Stroke* 1992 Nov;23(11):1551-1555.

(112) Martínez-Vila E, Irimia P. Factores de riesgo del ictus. *ANALES Sis San Navarra* 2000;23(Suple 3):25-31.

(113) Liao D, Myers R, Hunt S, Shahar E, Paton C, Burke G, et al. Familial history of stroke and stroke risk. The Family Heart Study. *Stroke* 1997 Oct;28(10):1908-1912.

(114) Micheli F, Nogués M, Asconapé J, Fernández M. Tratado de neurología clínica. 1ª ed. Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2003.

- (115) Brandi de la Torre, M, Romero Porcel J, Ruiz Hervía E. Atención fisioterapica en el accidente cerebro vascular. 1 era Edición ed. Andalucía: Ilustre Colegio Profesional de Fisioterapeutas de Andalucía; Enero 2010.
- (116) Kelly-Hayes M, Robertson JT, Broderick JP, Duncan PW, Hershey LA, Roth EJ, et al. The American Heart Association Stroke Outcome Classification: executive summary. *Circulation* 1998 Jun 23;97(24):2474-2478.
- (117) Morales JLAE, Ortega MPG, Ruiz-Peinado FLA. Ictus. Guía de práctica clínica. : Librería-Editorial Dykinson; 2004.
- (118) Intercollegiate Stroke Working Party editor. National clinical guideline for stroke. 4th edition ed. London: Royal College of Physicians.; 2012.
- (119) Gillen G, Burkhardt A. Stroke rehabilitation: A function-based approach. 3rd edition: Elsevier Mosby St Louis 2011
- (120) Dickstein R, Nissan M, Pillar T, Scheer D. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther* 1984 Jan;64(1):19-23.
- (121) Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Trunk rotatory muscle performance in post-stroke hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 1997 Sep-Oct;76(5):366-369.
- (122) Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Muscle Strength of Trunk Flexion-Extension in Post-Stroke Hemiplegic Patients1. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 1998;77(4):288.
- (123) Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, Shabtai E, Markovici E. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* 2000 May-Jun;79(3):228-234.
- (124) Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2004;83(2):81.
- (125) Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients1. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):261-267.
- (126) Tsuji T, Liu M, Hase K, Masakado Y, Chino N. Trunk muscles in persons with hemiparetic stroke evaluated with computed tomography. *J Rehabil Med* 2003;35(4):184-188.
- (127) Bohannon RW. Lateral trunk flexion strength: impairment, measurement reliability and implications following unilateral brain lesion. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation* 1992;15(3):249.



- (128) van Nes IJ, Nienhuis B, Latour H, Geurts AC. Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait Posture* 2008 Oct;28(3):507-512.
- (129) Geurts ACH, de Haart M, van Nes IJW, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture* 2005;22(3):267-281.
- (130) Seo D, Lee S, Kwon O. Comparison of the changes in thickness of the abdominal wall muscles of stroke patients according to the duration of their illness as observed using ultrasonographic images. *J Phys Ther Sci* 2013 Jul;25(7):817-819.
- (131) Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y. Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clinical neurophysiology* 2004;115(4):790-796.
- (132) Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk Muscle Strength in Relation to Balance and Functional Disability in Unihemispheric Stroke Patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83(2):81-87.
- (133) Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke? *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(4):313-319.
- (134) Davies PM. *Pasos a seguir*. 2ª ed. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana; 2002.
- (135) Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, Feys H, Schuback B, Baert I, et al. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007 Jul;78(7):694-698.
- (136) Harley C, Boyd J, Cockburn J, Collin C, Haggard P, Wann J, et al. Disruption of sitting balance after stroke: influence of spoken output. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2006;77(5):674.
- (137) Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiología médica*. 12ª edición, versión en español ed. Barcelona, España: Panamericana; 2011.
- (138) Burridge JH, Wood DE, Hermens HJ, Voerman GE, Johnson GR, Wijck FV, et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disability & Rehabilitation* 2005;27(1-2):69-80.
- (139) Young RR, Delwaide PJ. Drug therapy: spasticity (first of two parts). *N Engl J Med* 1981 Jan 1;304(1):28-33.
- (140) Burne JA, Carleton VL, O'Dwyer NJ. The spasticity paradox: movement disorder or disorder of resting limbs? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005 Jan;76(1):47-54.

- (141) Thilmann AF, Schwarz M, Topper R, Fellows SJ, Noth J. Different mechanisms underlie the long-latency stretch reflex response of active human muscle at different joints. *J Physiol* 1991 Dec;444:631-643.
- (142) Vivancos-Matellano F, Pascual-Pascual S, Nardi-Villardaga J, Miquel-Rodríguez F, de Miguel-Leon I, Martínez-Garre M, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Rev Neurol* 2007;45(6):365-375.
- (143) Hu X, Suresh NL, Chardon MK, Rymer WZ. Contributions of Motoneuron Hyperexcitability to Clinical Spasticity in Hemispheric Stroke Survivors. *Clinical Neurophysiology* 2014.
- (144) Fergusson D, Hutton B, Drodge A. The epidemiology of major joint contractures: a systematic review of the literature. *Clin Orthop Relat Res* 2007 Mar;456:22-29.
- (145) Fox P, Richardson J, McInnes B, Tait D, Bedard M. Effectiveness of a bed positioning program for treating older adults with knee contractures who are institutionalized. *Phys Ther* 2000 Apr;80(4):363-372.
- (146) Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2004;29(5):615-627.
- (147) 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.
- (148) Massion J, Alexandrov A, Frolov A. Why and how are posture and movement coordinated? *Prog Brain Res* 2004;143:13-27.
- (149) Yorkston KM, Strand EA, Kennedy MRT. Comprehensibility of dysarthric speech: implications for assessment and treatment planning. *American Journal of Speech-Language Pathology* 1996;5(1):55.
- (150) Doyle S, Bennett S, Fasoli S, McKenna K. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Stroke* 2011;42(2):e18-e18.
- (151) de Seze M, Wiart L, Bon-Saint-Come A, Debelleix X, de Seze M, Joseph PA, et al. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2001 Jun;82(6):793-800.
- (152) Perennou D, Decavel P, Manckoundia P, Penven Y, Mourey F, Launay F, et al. Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders. *Ann Readapt Med Phys* 2005 Jul;48(6):317-335.
- (153) Carey LM. Somatosensory loss after stroke. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine* 1995;7(1).

- (154) Nasreddine ZS, Saver JL. Pain after thalamic stroke: right diencephalic predominance and clinical features in 180 patients. *Neurology* 1998;51(3):927-928.
- (155) Chinchetru G, AYUSO SV, ROMÁN CA. Síndromes dolorosos en relación con el accidente cerebrovascular: dolor de hombro y dolor central. *Rehabilitación (Madr)* 2000;34(6):459-467.
- (156) Oliveira CB, Medeiros ÍRT, GreTERS MG, Frota NAF, Lucato LT, Scaff M, et al. Abnormal sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after stroke. *Clinics* 2011;66(12):2043-2048.
- (157) Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *International Journal of Rehabilitation Research* 2006;29(1):51-59.
- (158) Bonan IV, Guettard E, Leman MC, Colle FM, Yelnik AP. Subjective visual vertical perception relates to balance in acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(5):642-646.
- (159) Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture* 1997;6(1):76-84.
- (160) Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, Vicaut E, Eisenfisz M, Tran Ba Huy P, et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):268-273.
- (161) Jijimol G, Fayaz R, Vijesh P. Correlation of trunk impairment with balance in patients with chronic stroke. *NeuroRehabilitation* 2013;32(2):323-325.
- (162) Karthikbabu S, Rao BK, Manikandan N, Solomon JM, Chakrapani M, Nayak A. Role of Trunk Rehabilitation on Trunk Control, Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Pre-Post Design. *Neuroscience & Medicine* 2011;2(2).
- (163) Di Monaco M, Trucco M, Di Monaco R, Tappero R, Cavanna A. The relationship between initial trunk control or postural balance and inpatient rehabilitation outcome after stroke: A prospective comparative study. *Clin Rehabil* 2010;24(6):543-554.
- (164) Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006;86(1):30.
- (165) Pinedo Otaola S, Miguel de la Villa, F. Evolución y pronóstico de la discapacidad en pacientes con hemiplejía. *Medicina clínica* 2000;115(13):487-492.
- (166) Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. *Clin Rehabil* 1999;13(4):295.

- (167) Balasubramanian CK, Neptune RR, Kautz SA. Foot placement in a body reference frame during walking and its relationship to hemiparetic walking performance. *Clin Biomech* 2010;25(5):483-490.
- (168) Hodt-Billington C, Helbostad JL, Moe-Nilssen R. Should trunk movement or footfall parameters quantify gait asymmetry in chronic stroke patients? *Gait Posture* 2008;27(4):552-558.
- (169) De Bujanda E, Nadeau S, Bourbonnais D. Pelvic and shoulder movements in the frontal plane during treadmill walking in adults with stroke. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases* 2004;13(2):58-69.
- (170) Jang S, Gong W, Jinsang K. The effect of using trunk control pelvic movement exercise in the sitting and standing positions on the relative impulse of hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci* 2011;23(1):123-126.
- (171) Carr JH, Shepherd RB. *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill*. : Butterworth-Heinemann Oxford; 2003.
- (172) Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the “change-in-support” strategy. *Phys Ther* 1997;77(5):488-507.
- (173) Lackner JR, DiZio P, Jeka J, Horak F, Krebs D, Rabin E. Precision contact of the fingertip reduces postural sway of individuals with bilateral vestibular loss. *Experimental brain research* 1999;126(4):459-466.
- (174) Krishnamoorthy V, Slijper H, Latash ML. Effects of different types of light touch on postural sway. *Experimental brain research* 2002;147(1):71-79.
- (175) Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. 2010.
- (176) Weerdesteyn V, De Niet M, Van Duijnhoven HJR, Geurts ACH. Falls in individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008;45(8):1195-1214.
- (177) Teasell R, McRae M, Foley N, Bhardwaj A. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(3):329.
- (178) Yates JS, Lai SM, Duncan PW, Studenski S. Falls in community-dwelling stroke survivors: an accumulated impairments model. *Journal of rehabilitation research and development* 2002;39(3):385-394.
- (179) Lamb S, Ferrucci L, Volapto S, Fried L, Guralnik J. Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke. *Stroke* 2003;34(2):494-501.
- (180) Jørgensen L, Engstad T, Jacobsen BK. Higher incidence of falls in long-term stroke survivors than in population controls. *Stroke* 2002;33(2):542-547.

- (181) Kwakkel G, Wagenaar RC, Kollen BJ, Lankhorst GJ. Predicting disability in stroke--a critical review of the literature. *Age Ageing* 1996 Nov;25(6):479-489.
- (182) Holloway RG, Tuttle D, Baird T, Skelton WK. The safety of hospital stroke care. *Neurology* 2007;68(8):550-555.
- (183) Sackley CM. The relationship between weight bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiother Theory Pract* 1990;6:179-185.
- (184) Forster A, Young J. Incidence and consequences of falls due to stroke: a systematic inquiry. *BMJ* 1995;311(6997):83-86.
- (185) Mackintosh SFH, Hill K, Dodd K, Goldie P, Culham E. Falls and injury prevention should be part of every stroke rehabilitation plan. *Clin Rehabil* 2005;19(4):441-451.
- (186) Ikai T, Kamikubo T, Takehara I, Nishi M, Miyano S. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2003;82(6):463-469.
- (187) Hollands KL, Agnihotri D, Tyson SF. Effects of dual task on turning ability in stroke survivors and older adults. *Gait Posture* 2014 Sep;40(4):564-569.
- (188) Weerdesteyn V, De Niet M, Van Duijnhoven HJR, Geurts ACH. Falls in individuals with stroke. *Rehabilitacja Medyczna* 2009;13(3):39-54.
- (189) Davis GA. *A survey of adult aphasia and related language disorders*. : Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ; 1993.
- (190) Tatemichi TK, Desmond DW, Stern Y, Paik M, Sano M, Bagiella E. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994 Feb;57(2):202-207.
- (191) Patel M, Coshall C, Rudd AG, Wolfe CD. Natural history of cognitive impairment after stroke and factors associated with its recovery. *Clin Rehabil* 2003 Mar;17(2):158-166.
- (192) Caplan LR; van Gijn J. *Stroke syndromes*. Cambridge University Press; 3rd edition 2012.
- (193) Haacke C, Althaus A, Spottke A, Siebert U, Back T, Dodel R. Long-term outcome after stroke: evaluating health-related quality of life using utility measurements. *Stroke* 2006 Jan;37(1):193-198.
- (194) de Graaf-Peters VB, Blauw-Hospers CH, Dirks T, Bakker H, Bos AF, Hadders-Algra M. Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: possibilities for intervention? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 2007;31(8):1191-1200.

- (195) Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35(suppl 2):ii7.
- (196) Bernstein NA. The co-ordination and regulation of movements. versión en inglés Universidad de Michigan ed. Oxford NY: Pergamon Press Ltd.; 1967.
- (197) Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 4 th ed. China: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
- (198) Spinazzola L, Cubelli R, Della Sala S. Impairments of trunk movements following left or right hemisphere lesions: dissociation between apraxic errors and postural instability. *Brain* 2003 Dec;126(Pt 12):2656-2666.
- (199) Mergner T, Maurer C, Peterka R. A multisensory posture control model of human upright stance. *Prog Brain Res* 2003;142:189-201.
- (200) Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev* 1998 Jul;22(4):465-472.
- (201) Maurer C, Mergner T, Peterka R. Multisensory control of human upright stance. *Experimental brain research* 2006;171(2):231-250.
- (202) Zoltan B, Siev E, Freishtat B. *The Adult Stroke Patient: A Manual for Evaluation and Treatment of Perceptual and Cognitive Dysfunction*. 2ª ed. United States: Slack Inc; 1991.
- (203) Merleau-Ponty M. *Phenomenology of perception*. Psychology Press, versión en inglés 2002:
- (204) Klinke ME, Thorsteinsson B, Jonsdottir H. Advancing Phenomenological Research: Applications of "Body Schema," "Body Image," and "Affordances" in Neglect. *Qual Health Res* 2014 May 12;24(6):824-836.
- (205) Shumway-Cook A, Silver IF, LeMier M, York S, Cummings P, Koepsell TD. Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007 Dec;62(12):1420-1427.
- (206) Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995;3(4):193-214.
- (207) Scholz J, Schöner G, Hsu W, Jeka J, Horak F, Martin V. Motor equivalent control of the center of mass in response to support surface perturbations. *Experimental brain research* 2007;180(1):163-179.
- (208) Baydal J.M.-Bertomeu BR. Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2004;55:260-269.

- (209) Pope MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability. *Spine (Phila Pa 1976)* 1985 Apr;10(3):255-256.
- (210) Pai Y, Maki B, Iqbal K, McIlroy W, Perry S. Thresholds for step initiation induced by support-surface translation: a dynamic center-of-mass model provides much better prediction than a static model. *J Biomech* 2000;33(3):387-392.
- (211) Is center of mass a controlled parameter Satellite to the Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Identifying Control Mechanisms for Postural Behaviors), Los Angeles, 1998. Satellite to the Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Identifying Control Mechanisms for Postural Behaviors), Los Angeles; 1998.
- (212) Pai Y, Wening J, Runtz E, Iqbal K, Pavol M. Role of feedforward control of movement stability in reducing slip-related balance loss and falls among older adults. *J Neurophysiol* 2003;90(2):755-762.
- (213) Pierre-Marie G, Weber B. Posturología regulación y alteraciones de la bipedestación. Edición española 2001. Ed Masson .
- (214) Bowen A, Wenman R, Mickelborough J, Foster J, Hill E, Tallis R. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *Age Ageing* 2001 Jul;30(4):319-323.
- (215) Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture* 2001;14(3):203-210.
- (216) Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 2002;16(1):1-14.
- (217) Lephart SM, Fu FH. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Human Kinetics Publishers; 2000.
- (218) Hewett TE, Paterno MV, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clin Orthop* 2002;402:76-94.
- (219) Lazaro M, Cuesta F, Leon A, Sanchez C, Feijoo R, Montiel M, et al. Elderly patients with recurrent falls. Role of posturographic studies. *Med Clin (Barc)* 2005 Feb 19;124(6):207-210.
- (220) Horak F, Nashner L, Diener H. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research* 1990;82(1):167-177.
- (221) Fluor E, Mellström A. Utricular stimulation and oculomotor reactions. *Laryngoscope* 1970;80(11):1701-1712.
- (222) Gresty,MA.Bronstein,AM.Brandt, M. Dietrich,M. Neurology of otolith function peripheral and central disorders. *Brain* 1992 June 01;115(3):647-673.

- (223) Lempert T, Gresty MA, Bronstein AM. Horizontal Linear Vestibulo-Ocular Reflex Testing in Patients with Peripheral Vestibular Disorders. *Ann N Y Acad Sci* 1999;871(1):232-247.
- (224) Horak F, Shupert C, Dietz V, Horstmann G. Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Experimental brain research* 1994;100(1):93-106.
- (225) Friedmann G. The judgement of the visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions. *Brain* 1970;93(2):313-328.
- (226) Nashner L, Berthoz A. Visual contribution to rapid motor responses during postural control. *Brain Res Volume 150, Issue 2, 14 July 1978, Pages 403–407.*
- (227) Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts.Medicina de l'Esport . Volume 48, Issue 178, April–June 2013, Pages 69–76*
- (228) Sherrington C. The Integrative Action of the Nervous System. *J Nerv Ment Dis* 1907;34(12):801&hyphen.
- (229) Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training* 2002;37(1):80.
- (230) Kandel E, Schwartz J, Jessell T editors. Principles of neural science. 4<sup>a</sup> ed. Universitat de Michigan: McGraw-Hill, Health Professions Division,; 2000.
- (231) DeMyer W. Técnica del examen neurológico: Texto programado. : Panamericana; 1987.
- (232) Lederman E. Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapies: principles to practice. Churchill Livingstone/Elsevier; 2010.
- (233) Ryerson S, Byl NN, Brown DA, Wong RA, Hidler JM. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy* 2008;32(1):14.
- (234) Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *J Physiol (Lond )* 2001;532(3):869.
- (235) Roll R, Kavounoudias A, Roll JP. Cutaneous afferents from human plantar sole contribute to body posture awareness. *Neuroreport* 2002;13(15):1957.
- (236) Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan T, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(10):546-566.



- (237) Roberts D. Sensory aspects of knee injuries. Univ.; 2003.
- (238) Nashner L. Adapting reflexes controlling the human posture. *Experimental Brain Research* 1976;26(1):59-72.
- (239) Burke D. Muscle spindle function during movement. *Trends Neurosci* 1980;3(11):251-253.
- (240) Cooke JD. The role of stretch reflexes during active movements. *Brain Res* 1980 Jan 13;181(2):493-497.
- (241) Matthews PB. The human stretch reflex and the motor cortex. *Trends Neurosci* 1991;14(3):87-91.
- (242) Hunt CC. Mammalian muscle spindle: peripheral mechanisms. *Physiol Rev* 1990;70(3):643-663.
- (243) Zelená J. Nerves and mechanoreceptors: the role of innervation in the development and maintenance of mammalian mechanoreceptors. Springer; 1994.
- (244) Laporte Y. Innervation of cat muscle spindles by fast conducting skeletofusimotor axons. *Integration in the Nervous System*, edited by H.Asanuma and VJ Wilson.Tokyo: Igaku-Shoin 1979:3-10.
- (245) Massion J. Cerebro y motricidad: funciones sensoriomotrices. : Inde Publicaciones; 2000.
- (246) Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1397-1402.
- (247) Calota A, Levin M. Tonic stretch reflex threshold as a measure of spasticity: implications for clinical practice. *Topics in stroke rehabilitation* 2009;16(3):177-188.
- (248) Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol Rev* 1992;72(3):623-666.
- (249) Freeman M, Wyke B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 1967;101(Pt 3):505.
- (250) Marinozzi G, Ferrante F, Gaudio E, Ricci A, Amenta F. Intrinsic innervation of the rat knee joint articular capsule and ligaments. *Cells Tissues Organs (Print)* 1991;141(1):8-14.
- (251) Halata Z. Ruffini corpuscle—a stretch receptor in the connective tissue of the skin and locomotion apparatus. *Prog Brain Res* 1988;74:221-229.
- (252) Messlinger K, Pawlak M, Steinbach H, Trost B, Schmidt RF. A new combination of methods for the localization, identification, and three-dimensional

reconstruction of the sensory endings of articular afferents characterized by electrophysiology. *Cell Tissue Res* 1995;281(2):283-294.

(253) Wyke B. The neurology of joints. *Ann R Coll Surg Engl* 1967;41(1):25.

(254) Vega JA. Propioceptores articulares y musculares. Vega, José A. Propioceptores articulares y musculares. *Biomecánica*, 1999, vol.VII, núm.13, p.79-93 1999.

(255) Coggeshall RE, Ah Park Hong K, Langford LA, Schaible H, Schmidt RF. Discharge characteristics of fine medial articular afferents at rest and during passive movements of inflamed knee joints. *Brain Res* 1983;272(1):185-188.

(256) Edin BB. Cutaneous afferents provide information about knee joint movements in humans. *J Physiol (Lond)* 2004;531(1):289-297.

(257) Matsusaka N, Yokoyama S, Tsurusaki T, Inokuchi S, Okita M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med* 2001;29(1):25-30.

(258) Macefield G, Gandevia SC, Burke D. Perceptual responses to microstimulation of single afferents innervating joints, muscles and skin of the human hand. *J Physiol* 1990 Oct;429:113-129.

(259) Burgess JK, Weibel GC, Brown DA. Overground walking speed changes when subjected to body weight support conditions for nonimpaired and post stroke individuals. *J Neuroeng Rehabil* 2010 Feb 11;7:6.

(260) Hernández-Muela S, Mulas F, Mattos L. Plasticidad neuronal funcional. *Rev Neurol* 2004;38(1):58-68.

(261) Puelles López L., Martínez Pérez S., Martínez de la Torre M. Capítulo 43. Vía motora final común. Control segmentario. *Neuroanatomía*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.

(262) Ranson SW, Lillard Clark. The anatomy of the nervous system. 10th ed. México: Interamericana; 1953.

(263) Kendall F, McCreary E, Provance P. Muscles, testing and function. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1994;26(8):1070.

(264) Wilkins RH, Brody IA. Romberg's sign. *Arch Neurol* 1968;19(1):123-123.

(265) Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training* 2002;37(1):71.

(266) Di Fabio R, Badke M. Stance duration under sensory conflict conditions in patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(5):292-295.

- (267) Smania N, Picelli A, Gandolfi M, Fiaschi A, Tinazzi M. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. *Neurol Sci* 2008 Oct;29(5):313-319.
- (268) Chu VW, Hornby TG, Schmit BD. Perception of lower extremity loads in stroke survivors. *Clinical Neurophysiology Volume 126, Issue 2, February 2015, Pages 372–381.*
- (269) de Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC, Fasotti L, van Limbeek J. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study1. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(6):886-895.
- (270) Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, Narielwalla K. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(4):554-561.
- (271) Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy* 2001;47(2):89-101.
- (272) Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol* 2002 Sep;88(3):1097-1118.
- (273) Basso G, Jelsvik Bente E. *The Bobath Concept in adult neurology*. Primera ed. Alemania: Thieme; 2008.
- (274) Dean CM MF. Motor Assessment Scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Aust J Physiother* 1992;38:31-35.
- (275) Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1988 Jun;69(6):395-400.
- (276) Levin MF, Panturin E. Sensorimotor integration for functional recovery and the Bobath approach. *Motor Control* 2011 Apr;15(2):285-301.
- (277) Fajardo JT. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Ed. Ergo Barcelona 1999.
- (278) Gemperline JJ, Allen S, Walk D, Rymer WZ. Characteristics of motor unit discharge in subjects with hemiparesis. *Muscle Nerve* 1995;18(10):1101-1114.
- (279) Tang A, Rymer WZ. Abnormal force--EMG relations in paretic limbs of hemiparetic human subjects. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1981 Aug;44(8):690-698.
- (280) Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scand J Med Sci Sports* 2002;11(2):64-80.
- (281) Carr JH, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. 2ed edition: Butterworth-Heinemann Medical; 2010.

- (282) Lloyd DG, Buchanan TS. Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. *J Biomech* 2001;34(10):1257-1267.
- (283) Gurfinkel' VS, Lipshits MI, Mori S, Popov KE. Stabilization of body position as the main task of postural regulation. *Hum Physiol* 1981 May-Jun;7(3):155-165.
- (284) Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine* 2002;27(2):E29-E36.
- (285) Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77(2):132.
- (286) Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol* 1992;38(1):35-56.
- (287) Hodges P, Cholewicki J. Functional control of the spine. Edinburgh. Churchill Livingstone 2nd edition 2007.
- (288) Geursen J, Altena D, Massen C. of the Standing Wan for the Description of his Dynamic Behaviour. *Agressologie* 1976;17(63-69).
- (289) Gage WH, Winter DA, Frank JS, Adkin AL. Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. *Gait Posture* 2004;19(2):124-132.
- (290) Basmajian JV, De Luca C. Muscles alive. Their Functions Revealed by Electromyography Williams & Wilkins Baltimore/USA 1985.
- (291) Automatic postural tone in posture, movement, and function. Forum on physical therapy issues related to cerebrovascular accident. American Physical Therapy Association. VA: Alexandria; 1992.
- (292) Souchard PE. RPG. Principios de la reeducación postural global. edición en español Editorial Paidotribo; Badalona 2005.
- (293) Braune W, Fischer O. On the centre of gravity of the human body. : Springer-Verlag Science & Business Media; 1985.
- (294) Verheyden G, Ruesen C, Gorissen M, Brumby V, Moran R, Burnett M, et al. Postural alignment is altered in people with chronic stroke and related to motor and functional performance. *J Neurol Phys Ther* 2014 Oct;38(4):239-245.
- (295) Olaru Á, Farré JP, Balias R. Estudio de validación de un instrumento de evaluación postural (SAM, spinal analysis machine). *Apunts.Medicina de l'Esport* 2006;41(150):51-59.
- (296) Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. *Comprehensive Physiology Handbook of Physiology, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems* 2011.

- (297) Shumway-Cook A, McCollum G. Assessment and treatment of balance disorders in the neurologic patient. Motor control and physical therapy: theoretical framework and practical applications. Chattanooga: Chattanooga Corp 1990:123-138.
- (298) Verrel J, Pradon D, Vuillerme N. Persistence of Motor-Equivalent Postural Fluctuations during Bipedal Quiet Standing. PLoS ONE 2012;7(10).
- (299) Mergner T, Schweigart G, Maurer C, Blümle A. Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions. Experimental Brain Research 2005;167(4):535-556.
- (300) Kamphuis JF, de Kam D, Geurts AC, Weerdesteyn V. Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review. Stroke research and treatment 2013;2013.
- (301) Mansfield A, Mochizuki G, Inness EL, McIlroy WE. Clinical correlates of between-limb synchronization of standing balance control and falls during inpatient stroke rehabilitation. Neurorehabil Neural Repair 2012 Jul-Aug;26(6):627-635.
- (302) Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. Arch Phys Med Rehabil 1989 Jul;70(7):510-517.
- (303) Nichols DS, Miller L, Colby LA, Pease WS. Sitting balance: its relation to function in individuals with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil 1996 Sep;77(9):865-869.
- (304) Carr JH SR editor. A motor learning programme for stroke. second ed. Butterworth, London: Heinemann; 1992.
- (305) Carr JH SR. Reflections on physiotherapy and the emerging science of movement rehabilitation. Aust J Physiother. Aust J Physiother 1994;40th Jubilee:39-47.
- (306) Bobath B editor. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. 2<sup>a</sup> ed. London: William Heinemann Medical Books, Ltd; 1978.
- (307) Ashburn A. Physical recovery following stroke. Physiotherapy 1997;83(9):480-490.
- (308) Dean C, Shepherd R, Adams R. Sitting balance I: trunk-arm coordination and the contribution of the lower limbs during self-paced reaching in sitting. Gait Posture 1999;10(2):135-146.
- (309) Dean CM, Shepherd RB, Adams RD. Sitting balance II: reach direction and thigh support affect the contribution of the lower limbs when reaching beyond arm's length in sitting. Gait Posture 1999;10(2):147-153.

- (310) Tessem S, Hagstrøm N, Fallang B. Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. *Physiotherapy Research International* 2007;12(2):82-94.
- (311) Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, Roy Y. Dynamic analysis of trunk flexion after stroke<sup>1,\*</sup> 1. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(10):1619-1624.
- (312) Keshner E, Cromwell R, Peterson B. Mechanisms controlling human head stabilization. II. Head-neck characteristics during random rotations in the vertical plane. *J Neurophysiol* 1995;73(6):2302-2312.
- (313) Karnath HO, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2000 Dec 5;97(25):13931-13936.
- (314) Yelnik AP, Lebreton FO, Bonan IV, Colle FMC, Meurin FA, Guichard JP, et al. Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke. *Stroke* 2002;33(9):2247-2253.
- (315) Brandt T, Glasauer S, Stephan T, Bense S, Yousry TA, Deutschländer A, et al. Visual-Vestibular and Visuovisual Cortical Interaction. *Ann N Y Acad Sci* 2002;956(1):230-241.
- (316) Gurfinkel V, Levick YS. Perceptual and automatic aspects of the postural body scheme. Paillard, Jacques (Ed), (1991). *Brain and space.* , (pp. 147-162). New York, NY, US: Oxford University Press, xi, 499 pp.
- (317) Snowdon N, Scott O. Perception of vertical and postural control following stroke: a clinical study. *Physiotherapy* 2005;91(3):165-170.
- (318) Anastasopoulos D, Bronstein A, Haslwanter T, Fetter M, Dichgans J. The role of somatosensory input for the perception of verticality. *Ann N Y Acad Sci* 2006;871(1):379-383.
- (319) Cordo P, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol* 1982;47(2):287-302.
- (320) Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986;55(6):1369-1381.
- (321) Bloem BR, Valkenburg VV, Slabbekoorn M, Willemsen MD. The Multiple Tasks Test: development and normal strategies. *Gait Posture* 2001;14(3):191-202.
- (322) Allum J, Bloem B, Carpenter M, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait Posture* 1998;8(3):214-242.
- (323) Allum J, Honegger F, Acuna H. Differential control of leg and trunk muscle activity by vestibulo-spinal and proprioceptive signals during human balance corrections. *Acta Otolaryngol* 1995;115(2):124-129.

- (324) Nashner L. Analysis of movement control in man using the movable platform. *Adv Neurol* 1983;39:607.
- (325) Latash ML. Motor synergies and the equilibrium-point hypothesis. *Motor Control* 2010;14(3):294-322.
- (326) Latash ML. Stages in learning motor synergies: a view based on the equilibrium-point hypothesis. *Human movement science* 2010;29(5):642-654.
- (327) Bouisset S, Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *J Biomech* 1987;20(8):735-742.
- (328) Bouisset S, Zattara M. Segmental movement as a perturbation to balance? Facts and concepts. *Multiple muscle systems*: Springer; 1990. p. 498-506.
- (329) Hodges PW, Richardson CA. Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics* 1997 Nov;40(11):1220-1230.
- (330) Hodges P. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man Ther* 1999;4(2):74-86.
- (331) Slijper H, Latash ML, Rao N, Aruin AS. Task-specific modulation of anticipatory postural adjustments in individuals with hemiparesis. *Clinical Neurophysiology* 2002;113(5):642-655.
- (332) Massion J, Woollacott MH. Posture and equilibrium. *Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait*. London, United Kingdom: Arnold 1996:1-18.
- (333) Agid Y. [From posture to initiation of movement]. *Rev Neurol* 1990;146(10):536.
- (334) Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. *Phys Ther* 1990;70(12):855-863.
- (335) Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 1998;22(4):465-472.
- (336) Hodges P, Richardson C. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research* 1997;114(2):362-370.
- (337) Hodges P, Cresswell A, Daggfeldt K, Thorstensson A. Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement. *Gait Posture* 2000;11(2):92-101.
- (338) Le Bozec S, Lesne J, Bouisset S. A sequence of postural muscle excitations precedes and accompanies isometric ramp efforts performed while sitting in human subjects. *Neurosci Lett* 2001;303(1):72-76.

- (339) Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Phys Ther* 2009;89(5):484.
- (340) Rogers MW, Hedman LD, Pai YC. Kinetic analysis of dynamic transitions in stance support accompanying voluntary leg flexion movements in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1993 Jan;74(1):19-25.
- (341) Brown S, Haumann M, Potvin J. The responses of leg and trunk muscles to sudden unloading of the hands: implications for balance and spine stability. *Clin Biomech* 2003;18(9):812-820.
- (342) Chang W, Tang P, Wang Y, Lin K, Chiu M, Chen SA. Role of the premotor cortex in leg selection and anticipatory postural adjustments associated with a rapid stepping task in patients with stroke. *Gait Posture* 2010;32(4):487-493.
- (343) Garland SJ, Gray VL, Knorr S. Muscle activation patterns and postural control following stroke. *Motor Control* 2009 Oct;13(4):387-411.
- (344) Pereira S, Silva CC, Ferreira S, Silva C, Oliveira N, Santos R, et al. Anticipatory postural adjustments during sitting reach movement in post-stroke subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014;24(1):165-171.
- (345) Massion J, Ioffe M, Schmitz C, Viallet F, Gantcheva R. Acquisition of anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task: normal and pathological aspects. *Experimental brain research* 1999;128(1-2):229-235.
- (346) Kanekar N, Aruin AS. Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: effect of a single training session. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014.
- (347) Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental brain research* 2007;181(4):537-546.
- (348) Horak F, Frank J, Nutt J. Effects of dopamine on postural control in parkinsonian subjects: scaling, set, and tone. *J Neurophysiol* 1996;75(6):2380-2396.
- (349) Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther* 1987 Dec;67(12):1881-1885.
- (350) McIlroy WE, Maki BE. Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996 Nov;51(6):M289-96.
- (351) Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci* 1985;8(01):135-150.
- (352) Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. *Balance: Proceedings of the APTA Forum, Nashville, Tennessee; 1989.*



- (353) Henry SM, Fung J, Horak FB. Control of stance during lateral and anterior/posterior surface translations. *IEEE Trans Rehabil Eng* 1998 Mar;6(1):32-42.
- (354) Rozendal R. Biomechanics of standing and walking. *Disorders of Gait and Posture* 1986:3-18.
- (355) Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004 Mar 15;29(6):E107-12.
- (356) McIlroy W, Maki B. Adaptive changes to compensatory stepping responses. *Gait Posture* 1995;3(1):43-50.
- (357) Brown LA, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 1999;54(4):M165-M171.
- (358) Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, John Meyer M, Teasell R. Neuro-rehabilitation after stroke. *Neurología (English Edition)* 2010;25(3):189-196.
- (359) Rudd A, Hoffman A, Irwin P, Lowe D, Pearson M. Stroke unit care and outcome. *Stroke* 2005;36(1):103-106.
- (360) Glader EL, Stegmayr B, Johansson L, Hulter-Åsberg K, Wester P. Differences in long-term outcome between patients treated in stroke units and in general wards. *Stroke* 2001;32(9):2124-2130.
- (361) Stroke Unit Trialists' Collaboration. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 Sep 11;9:CD000197.
- (362) Alvarez-Sabín J, Ribó M, Masjuan J, Tejada J, Quintana M. Importancia de una atención neurológica especializada en el manejo intrahospitalario de pacientes con ictus. *Neurología* 2011;26(9):510-517.
- (363) Jarman B, Aylin P, Bottle A. Acute stroke units and early CT scans are linked to lower in-hospital mortality rates. *BMJ* 2004 Feb 14;328(7436):369.
- (364) Langhorne P, Williams B, Gilchrist W, Howie K. Do stroke units save lives? *The Lancet* 1993;342(8868):395-398.
- (365) Diez-Tejedor E, Fuentes B. Acute care in stroke: do stroke units make the difference? *Cerebrovascular Diseases* 2001;11(1):31-39.
- (366) Trialists' Collaboration SU. How do stroke units improve patient outcomes? A collaborative systematic review of the randomized trials. *Stroke* 1997;28(11):2139-2144.
- (367) Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, Choi JY, Glasberg JJ, Graham GD, et al. Management of adult stroke rehabilitation care. *Stroke* 2005;36(9):e100-e143.

- (368) Amengual JL, Rojo N, de Las Heras, Misericordia Veciana, Marco-Pallarés J, Grau-Sánchez J, Schneider S, et al. Sensorimotor plasticity after music-supported therapy in chronic stroke patients revealed by transcranial magnetic stimulation. *PloS one* 2013;8(4):e61883.
- (369) Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Prog Neurobiol* 2004;73(1):61-72.
- (370) Tsao H, Galea MP, Hodges PW. Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain* 2008;131(8):2161-2171.
- (371) Bhatnagar SC, Andy OJ. Neurociencia para el estudio de las alteraciones de la comunicación. España: Masson; 1996.
- (372) Castaño J. Plasticidad neuronal y bases científicas de la neurohabilitación. Suplementos de Revista de Neurología 2002;34(suplemento 1):130-135.
- (373) Rossini PM, Calautti C, Pauri F, Baron J. Post-stroke plastic reorganisation in the adult brain. *The Lancet Neurology* 2003;2(8):493-502.
- (374) Mulder T, Hochstenbach J. Adaptability and flexibility of the human motor system: implications for neurological rehabilitation. *Neural Plast* 2001;8(1-2):131-140.
- (375) Bergado Rosado J, Almaguer-Melian W. Mecanismos celulares de la neuroplasticidad. *Rev Neurol* 2000;31(11):1074-1095.
- (376) Fries W, Danek A, Scheidtmann K, Hamburger C. Motor recovery following capsular stroke: role of descending pathways from multiple motor areas. *Brain* 1993;116(2):369.
- (377) Chollet F, DiPiero V, Wise R, Brooks D, Dolan R, Frackowiak R. The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann Neurol* 1991;29(1):63-71.
- (378) Plow EB, Carey JR, Nudo RJ, Pascual-Leone A. Invasive cortical stimulation to promote recovery of function after stroke: a critical appraisal. *Stroke* 2009 May;40(5):1926-1931.
- (379) Sasaki K, Gemba H. Effects of cooling the prefrontal and prestriate cortex upon visually initiated hand movements in the monkey. *Brain Res* 1987;415(2):362-366.
- (380) Brodal A. Self-observations and neuro-anatomical considerations after a stroke. *Brain* 1973 Dec;96(4):675-694.
- (381) Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen MV, Leick L, Hart E, et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol* 2009 Oct;94(10):1062-1069.

(382) Teasell R, Bayona N, Salter K, Hellings C, Bitensky J. Progress in clinical neurosciences: stroke recovery and rehabilitation. *The Canadian Journal of Neurological Sciences* 2006;33(4):357-364.

(383) Nudo RJ. Neural bases of recovery after brain injury. *J Commun Disord* 2011;44(5):515-520.

(384) Demirel HA, Powers SK, Naito H, Hughes M, Coombes JS. Exercise-induced alterations in skeletal muscle myosin heavy chain phenotype: dose-response relationship. *J Appl Physiol* (1985) 1999 Mar;86(3):1002-1008.

(385) Merí Vived À *Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte.* : Ed. Médica Panamericana;Buenos Aires 2005.

(386) Lieber RL, Runesson E, Einarsson F, Fridén J. Inferior mechanical properties of spastic muscle bundles due to hypertrophic but compromised extracellular matrix material. *Muscle Nerve* 2003;28(4):464-471.

(387) Lieber RL, Fridén J. Spasticity causes a fundamental rearrangement of muscle-joint interaction. *Muscle Nerve* 2002;25(2):265-270.

(388) Nicks DK, Beneke WM, Key RM, Timson BF. Muscle fibre size and number following immobilisation atrophy. *J Anat* 1989;163:1.

(389) Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees, Philip Jan, 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.

(390) Wityk RJ, Pessin MS, Kaplan RF, Caplan LR. Serial assessment of acute stroke using the NIH Stroke Scale. *Stroke* 1994 Feb;25(2):362-365.

(391) Montaner J, Álvarez-Sabín J. La escala de ictus del National Institute of Health (NIHSS) y su adaptación al español. *Neurología* 2006;21(4):192-202.

(392) Audebert HJ, Fiebach JB. Brain Imaging in Acute Ischemic Stroke-MRI or CT? *Curr Neurol Neurosci Rep* 2015 Mar;15(3):526-015-0526-4.

(393) Wardlaw J. ACCESS: the acute cerebral CT evaluation stroke study. *Emerg Med J* 2004 Nov;21(6):666.

(394) Stroke Evaluation Advisory Committee. *Integrated Stroke Care in Ontario: Stroke Evaluation Report 2006.* 2006.

(395) Duarte E, Marco E, Muniesa J, Belmonte R, Diaz P, Tejero M, et al. Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *J Rehabil Med* 2002;34(6):267-272.

(396) Duarte Oller Esther. *Tesi doctoral Equilibri de tronc: predictor de la funció motora en l'hemiplègic vascular.* Tarragona: Universitat Rovira i Virgili; 2006.

- (397) Feigin L, Sharon B, Czaczkes B, Rosin AJ. Sitting equilibrium 2 weeks after a stroke can predict the walking ability after 6 months. *Gerontology* 1996;42(6):348-353.
- (398) Franchignoni F, Tesio L, Ricupero C, Martino M. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke* 1997;28(7):1382.
- (399) Hashimoto K, Higuchi K, Nakayama Y, Abo M. Ability for basic movement as an early predictor of functioning related to activities of daily living in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(4):353-357.
- (400) Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh I. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* 2002;33(11):2626.
- (401) Macrohon JG, Suarez CG. Correlation between development of trunk control and functional improvement in stroke patients. *Santo Tomas J Med* 2006;53(2):31-36.
- (402) Schiemanck SK, Kwakkel G, Post MWM, Kappelle LJ, Prevo AJH. Predicting long-term independency in activities of daily living after middle cerebral artery stroke: Does information from MRI have added predictive value compared with clinical information? *Stroke* 2006;37(4):1050-1054.
- (403) Loewen S, Anderson B. Predictors of stroke outcome using objective measurement scales. *Stroke* 1990;21(1):78.
- (404) Sandin K, Smith B. The measure of balance in sitting in stroke rehabilitation prognosis. *Stroke* 1990;21(1):82.
- (405) Benaim C, Perennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke* 1999;30(9):1862.
- (406) Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol* 2009;8(8):741-754.
- (407) Musicco M, Emberti L, Nappi G, Caltagirone C, Italian Multicenter Study on Outcomes of Rehabilitation of Neurological Patients. Early and long-term outcome of rehabilitation in stroke patients: the role of patient characteristics, time of initiation, and duration of interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 Apr;84(4):551-558.
- (408) Oujamaa L, Marquer A, Francony G, Davoine P, Chrispin A, Payen J-, et al. Early rehabilitation for neurologic patients. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012;31(10):253-263.
- (409) Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Vive-Larsen J, Støier M, Olsen TS. Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of

recovery. The Copenhagen Stroke Study. Arch Phys Med Rehabil 1995;76(5):406-412.

(410) Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. Stroke 2006;37(9):2348-2353.

(411) Jorgensen HS, Kammersgaard LP, Houth J, Nakayama H, Raaschou HO, Larsen K, et al. Who benefits from treatment and rehabilitation in a stroke Unit? A community-based study. Stroke 2000 Feb;31(2):434-439.

(412) Thorngren M, Westling B, Norrving B. Outcome after stroke in patients discharged to independent living. Stroke 1990;21(2):236-240.

(413) Thorngren M, Westling B. Rehabilitation and achieved health quality after stroke. A population-based study of 258 hospitalized cases followed for one year. Acta Neurol Scand 1990;82(6):374-380.

(414) Royal Dutch Society for Physical Therapy. KNGF Clinical Practice Guideline for Physical Therapy in patients with stroke. Dutch; 2014.

(415) American Physical Therapy Association (2011). Today's Physical Therapist: A Comprehensive Review of a 21st-Century Health Care Profession. .

(416) Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, Alguacil-Diego I, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page J, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. Neurología 2012. . doi:10.1016/j.nrl.2011.12.010

(417) Hebb DO. The organization of behavior: A neuropsychological theory. : Psychology Press; 2002.

(418) French B, Thomas LH, Leathley MJ, Sutton CJ, McAdam J, Forster A, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Stroke 2009;40(4):e98-e99.

(419) Schmidt R, Lee T. Motor Learning and performance: From principles to application 5th ed. United States of America: HKRewards; 2013.

(420) Bobath B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. : Butterworth-Heinemann Oxford;Reino Unido 1990.

(421) Lopez A. Ejercicios desaconsejados en la actividad física. 2ª edición Inde Publicaciones Zaragoza 2001.

(422) Yavuzer G, Eser F, Karakus D, Karaoglan B, Stam HJ. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2006;20(11):960-969.

- (423) Martin R. The model of neurological care needs in Valencian community. Commission of the analysis of the quality of SVN. *Rev Neurol* 1995 Sep-Oct;23(123):1106-1110.
- (424) Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, De Weerd W. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil* 2007;21(5):387.
- (425) Casariego E, Briones E, Costa C. Qué son las guías de buena práctica clínica (GPC). *Guías Clínicas* 2007;7(s1).
- (426) Pinedo S, Erazo P, Pérez I. Ictus y rehabilitación. Calidad metodológica de las guías de práctica clínica. *Rehabilitación* 2009;43(2):58-64.
- (427) Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation* 2004 Apr 27;109(16):2031-2041.
- (428) Woolf SH. Practice guidelines: a new reality in medicine: I. Recent developments. *Arch Intern Med* 1990;150(9):1811-1818.
- (429) Brosseau L, Wells GA, Finestone HM, Egan M, Dubouloz C, Graham I, et al. Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for post-stroke rehabilitation. *Topics in stroke rehabilitation* 2006;13(2):1-269.
- (430) AGREE Next Steps Consortium. Appraisal of guidelines for research & evaluation II. AGREE II Instrument. The Agree Research Trust 2009.
- (431) Hurdowar A, Graham ID, Bayley M, Harrison M, Wood-Dauphinee S, Bhogal S. Quality of stroke rehabilitation clinical practice guidelines. *J Eval Clin Pract* 2007;13(4):657-664.
- (432) Hess JA, Woollacott M. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28(8):582-590.
- (433) Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003;34(9):2173-2180.
- (434) DeBolt LS, McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):290-297.
- (435) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Sep 12;9:CD007146.

(436) Chen J, Shaw F. Progress in sensorimotor rehabilitative physical therapy programs for stroke patients. *World Journal of Clinical Cases: WJCC* 2014;2(8):316.

(437) Stroke Foundation of New Zealand and New Zealand Guidelines Group. editor. *Clinical Guidelines for Stroke Management 2010*. Wellington: Stroke Foundation of New Zealand; 2010.

(438) Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. The Bobath concept in contemporary clinical practice. *Topics in stroke rehabilitation* 2009;16(1):57-68.

(439) Vaughan-Graham J, Cott C, Wright FV. The Bobath (NDT) concept in adult neurological rehabilitation: what is the state of the knowledge? A scoping review. Part I: conceptual perspectives. *Disability & Rehabilitation* 2014(0):1-15.

(440) Vaughan-Graham J, Cott C, Wright FV. The Bobath (NDT) concept in adult neurological rehabilitation: what is the state of the knowledge? A scoping review. Part II: intervention studies perspectives. *Disability & Rehabilitation* 2014(0):1-20.

(441) Fong KNK, Chan MKL, Ng PPK, Tsang MHM, Chow KKY, Lau CWL, et al. The effect of voluntary trunk rotation and half-field eye-patching for patients with unilateral neglect in stroke: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2007;21(8):729-741.

(442) Dong Kwon S, Oh Sung K, Jee Hee K, Dong Yeop L. The Effect of Trunk Stabilization Exercise on the Thickness of the Deep Abdominal Muscles and Balance in Patients with Chronic Stroke. *J PHYS THER SCI* 2012 06;24(2):181-185.

(443) Kim Y, Shim JK, Son J, Pyeon HY, Yoon B. A neuromuscular strategy to prevent spinal torsion: backward perturbation alters asymmetry of transversus abdominis muscle thickness into symmetry. *Gait Posture* 2013 Jun;38(2):231-235.

(444) Chan BK, Ng SS, Ng GY. A Home-Based Program of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Task-Related Trunk Training Improves Trunk Control in Patients With Stroke A Randomized Controlled Clinical Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2014:1545968314533612.

(445) Choi S, Shin W, Oh B, Shim J, Bang D. Effect of Training with Whole Body Vibration on the Sitting Balance of Stroke Patients. *Journal of physical therapy science* 2014;26(9):1411.

(446) Dickstein R, Deutsch JE. Motor imagery in physical therapist practice. *Phys Ther* 2007 Jul;87(7):942-953.

(447) Carey L, Macdonell R, Matyas TA. SENSE: Study of the Effectiveness of Neurorehabilitation on Sensation: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2011 May;25(4):304-313.

- (448) Lee JS, Lee HG. Effects of Sling Exercise Therapy on Trunk Muscle Activation and Balance in Chronic Hemiplegic Patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2014;26(5):655-659.
- (449) Baek I, Kim BJ. The Effects of Horse Riding Simulation Training on Stroke Patients' Balance Ability and Abdominal Muscle Thickness Changes. *Journal of physical therapy science* 2014;26(8):1293.
- (450) Jung K, Kim Y, Chung Y, Hwang S. Weight-Shift Training Improves Trunk Control, Proprioception, and Balance in Patients with Chronic Hemiparetic Stroke. *Tohoku J Exp Med* 2014;232(3):195-199.
- (451) Saeys W, Vereeck L, Lafosse C, Truijen S, Wuyts FL, Van De Heyning P. Transcranial direct current stimulation in the recovery of postural control after stroke: a pilot study. *Disability & Rehabilitation* 2014(0):1-7.
- (452) Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 1989;41(6):304-311.
- (453) Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995 Mar;27(1):27-36.
- (454) Salvà A, Bolibar I, Lucas R, Rojano-Luque X. Utilización del POMA en nuestro medio para la valoración del equilibrio y la marcha en una población de personas mayores residentes en la comunidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2005;40(Supl 2):36-40.
- (455) Tyson SF, DeSouza LH. Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke. *Clin Rehabil* 2004;18(7):801.
- (456) Collen F, Wade D, Robb G, Bradshaw C. The Rivermead mobility index: a further development of the Rivermead motor assessment. *Disability & Rehabilitation* 1991;13(2):50-54.
- (457) Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys Ther* 1985;65(2):175-180.
- (458) Rossiter-Fornoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, Buchner DM. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 1995;50(6):M291.
- (459) Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, Preger R, Kiekens C, De Weerd W. The Trunk Impairment Scale: A new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clin Rehabil* 2004;18(3):326-334.
- (460) Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 1990;53(7):576.



- (461) Tsang YL, Mak MK. Sit-and-reach test can predict mobility of patients recovering from acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(1):94-98.
- (462) Bohannon RW. Hand-held dynamometer measurements obtained in a home environment are reliable but not correlated strongly with function. *International Journal of Rehabilitation Research* 1996;19(4):345-347.
- (463) Pereira LM, Marcucci FCI, de Oliveira Menacho M, Garanhani MR, Lavado EL, Cardoso JR. Electromyographic activity of selected trunk muscles in subjects with and without hemiparesis during therapeutic exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2011;21(2):327-332.
- (464) Fujiwara T, Sonoda S, Okajima Y, Chino N. The relationships between trunk function and the findings of transcranial magnetic stimulation among patients with stroke. *J Rehabil Med* 2001;33(6):249-255.
- (465) Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther* 1997;77(5):553-558.
- (466) Dominguez RH, Gajda RS. Total body training. *Scribner: Warner Books*; 1983.
- (467) Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica* 1989;60(S230):1-54.
- (468) Stanton R, Reaburn PR, Humphries B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *J Strength Cond Res* 2004 Aug;18(3):522-528.
- (469) McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 2001;29(1):26-31.
- (470) Axler CT, McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc* 1997 Jun;29(6):804-811.
- (471) Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res* 2005 Feb;19(1):51-60.
- (472) Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, DePrince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002;34(1):9-16.
- (473) Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res* 2003 Nov;17(4):721-725.

- (474) Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992;5:390-390.
- (475) Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:86-92.
- (476) Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992;5:383-383.
- (477) Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IMC. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13(5):316-325.
- (478) Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Medicine* 2008;38(11):893-916.
- (479) Gamble P. An integrated approach to training core stability. *Strength & Conditioning Journal* 2007;29(1):58.
- (480) Oliver GD, Di Brezzo R. Functional balance training in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res* 2009 Oct;23(7):2124-2129.
- (481) Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine* 2006;36(3):189-198.
- (482) Stephenson J, Swank AM. Core training: designing a program for anyone. *Strength & Conditioning Journal* 2004;26(6):34-37.
- (483) Tse MA, McManus AM, Masters RS. Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *J Strength Cond Res* 2005 Aug;19(3):547-552.
- (484) Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports medicine* 2008;38(12):995-1008.
- (485) Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of electromyography and kinesiology* 2003;13(4):371-380.
- (486) Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports* 2008;7(1):39-44.
- (487) Liemohn WP, Baumgartner TA, Gagnon LH. Measuring core stability. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2005;19(3):583-586.
- (488) Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2007;21(3):979.

- (489) Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop Clin North Am* 2003;34(2):245-254.
- (490) Cholewicki J, Panjabi MM, Khachatryan A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* 1997;22(19):2207-2212.
- (491) Ebenbichler GR, Oddsson LI, Kollmitzer J, Erim Z. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 2001 Nov;33(11):1889-1898.
- (492) Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2005;16(3):669-689.
- (493) Behm DG, Leonard AM, Young WB, Bonsey W, MacKinnon SN. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J Strength Cond Res* 2005;19(1):193-201.
- (494) Foran B. High performance sports conditioning. :Human Kinetics Publishers;United Kingdom 2001.
- (495) Micheo W, Baerga L, Miranda G. Basic principles regarding strength, flexibility, and stability exercises. *PM&R* 2012;4(11):805-811.
- (496) Richardson C, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2<sup>a</sup> ed. Reino Unido: Churchill Livingstone; 2004.
- (497) Behm D, Drinkwater E, Willardson J, Cowley P. The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2010;35(1):91-108.
- (498) Faries MD, Greenwood M. Core training: stabilizing the confusion. *Strength & Conditioning Journal* 2007;29(2):10.
- (499) Grabowski T, Tortora G. Principles of anatomy and physiology. : John Wiley & Sons; 14 th edition 2014.
- (500) Richardson CA, Jull G, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. : Churchill Livingstone;United Kingdom 1999.
- (501) Preuss R, Fung J. Musculature and biomechanics of the trunk in the maintenance of upright posture. *J Electromyogr Kinesiol* 2008 Oct;18(5):815-828.
- (502) Delavier F. Strength training anatomy. 3rd Edition : Human Kinetics; 2010.

- (503) Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in musculoskeletal and sports medicine: core stabilization as a treatment for low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(12):1734-1736.
- (504) Crisco J, Panjabi M, Yamamoto I, Oxland T. Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment. *Clin Biomech* 1992;7(1):27-32.
- (505) Briggs AM, Greig AM, Wark JD, Fazzalari NL, Bennell KL. A review of anatomical and mechanical factors affecting vertebral body integrity. *International journal of medical sciences* 2004;1(3):170.
- (506) McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Phys Ther* 1998;78(7):754-765.
- (507) Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21(22):2640-2650.
- (508) Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R, van Wingerden J, Snijders CJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine* 1995;20(7):753.
- (509) Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. : Churchill Livingstone; 4th edition United Kingdom 2005.
- (510) Bliss LS, Teeple P. Core stability: the centerpiece of any training program. *Current sports medicine reports* 2005;4(3):179-183.
- (511) Cholewicki J, Vanvliet Iv JJ. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clin Biomech* 2002;17(2):99-105.
- (512) Cholewicki J, Juluru K, Radebold A, Panjabi MM, McGill SM. Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure. *European Spine Journal* 1999;8(5):388-395.
- (513) Cresswell A, Grundström H, Thorstensson A. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand* 1992;144(4):409-418.
- (514) Wirhed R. *Athletic Ability & the Anatomy of Motion* (2da. ed., pp. 9-13,120-127). St.Louis: Mosby 1997.
- (515) Hodges PW, Carolyn AR. Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics* 1997;40(11):1220-1230.
- (516) Allison GT, Morris SL. Transversus abdominis and core stability: has the pendulum swung? *Br J Sports Med* 2008;42(11):930-931.

- (517) Crommert ME, Ekblom MM, Thorstensson A. Activation of transversus abdominis varies with postural demand in standing. *Gait Posture* 2011;33(3):473-477.
- (518) Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *American journal of physical medicine & rehabilitation* 2005;84(6):473-480.
- (519) Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine (Phila Pa 1976)* 1987 Jun;12(5):501-508.
- (520) Saunders SW, Rath D, Hodges PW. Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait Posture* 2004;20(3):280-290.
- (521) Hodges P, Cresswell A, Thorstensson A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental Brain Research* 1999;124(1):69-79.
- (522) Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 1996;21(23):2763-2769.
- (523) MacDonald DA, Lorimer Moseley G, Hodges PW. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Man Ther* 2006;11(4):254-263.
- (524) McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2003;13(4):353-359.
- (525) Bouisset S, Zattara M. A sequence of postural movements precedes voluntary movement. *Neurosci Lett* 1981;22(3):263-270.
- (526) Henneman E. Recruitment of motoneurons: the size principle. *Progress in Clinical Neurophysiology* 1981;9:26-60.
- (527) Sapsford R. Explanation of medical terminology. *Neurorol Urodyn* 2000;19(5):633.
- (528) Holm S, Indahl A, Solomonow M. Sensorimotor control of the spine. *Journal of electromyography and Kinesiology* 2002;12(3):219-234.
- (529) Behm DG, Anderson K, Curnew RS. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2002;16(3):416-422.
- (530) McGill S. *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. : Human Kinetics; United States 2007.

- (531) Porterfield J, DeRosa C. Mechanical Low Back Pain: Perspectives in Functional Anatomy. WB Saunders 2nd edition 1998..
- (532) Konrad P, Schmitz K, Denner A. Neuromuscular Evaluation of Trunk-Training Exercises. J Athl Train 2001 Jun;36(2):109-118.
- (533) Vera-García FJ, Roque JIA, Fenoll NA, Martínez MJS, Elvira JLL, Flores-Parodi B. Juegos motores: una alternativa para fortalecer los músculos del abdomen. Apunts: Educación física y deportes 2005(79):80-85.
- (534) Lyons K, Perry J, Gronley JK, Barnes L, Antonelli D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. An EMG study. Phys Ther 1983 Oct;63(10):1597-1605.
- (535) Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil 2001;82(8):1089-1098.
- (536) Dostal WF, Soderberg GL, Andrews JG. Actions of hip muscles. Phys Ther 1986 Mar;66(3):351-361.
- (537) Debusse D, Birch O, Gibson ASC, Caplan N. Low impact weight-bearing exercise in an upright posture increases the activation of two key local muscles of the lumbo-pelvic region. Physiotherapy theory and practice 2013;29(1):51-60.
- (538) Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. Arch Phys Med Rehabil 2007;88(1):54-62.
- (539) Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. J Bodywork Movement Ther 2008;12(1):22-30.
- (540) Stevens KJ, Spenciner DB, Griffiths KL, Kim KD, Zwienerberg-Lee M, Alamin T, et al. Comparison of minimally invasive and conventional open posterolateral lumbar fusion using magnetic resonance imaging and retraction pressure studies. Journal of Spinal Disorders and Techniques 2006;19(2):77-86.
- (541) Segarra V, Heredia J, Peña G, Sampietro M, Moyano M, Isidro F, et al. Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. Rev Bras Educ Fís Esporte 2014 Jul-Set;28(3):521-529.
- (542) Miñarro L. PA Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Detección y alternativas Inde Publicaciones 2009.
- (543) Anderson K, Behm DG. The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. Sports Medicine 2005 01;35(1):43-53.
- (544) Vera-García FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Phys Ther 2000 Jun;80(6):564-569.

(545) Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(2):242-249.

(546) Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 1988 Oct;20(5 Suppl):S135-45.

(547) Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. *Strength & Conditioning Journal* 2011;33(3):72-81.

(548) Rutherford O, Jones D. The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1986;55(1):100-105.

(549) Howe T, Taylor I, Finn P, Jones H. Lateral weight transference exercises following acute stroke: a preliminary study of clinical effectiveness. *Clin Rehabil* 2005;19(1):45.

(550) Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, Troch M, la Fosse C, Saeys W, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2009 Mar;23(3):281-286.

(551) Kumar V, Babu K, Nayak A. Additional Trunk Training Improves sitting balance following Acute stroke: A pilot randomized controlled trial. *International Journal of Current Research and Review* 2011;2(3):26-43.

(552) Saeys W, Vereeck L, Truijen S, Lafosse C, Wuyts FP, Van de Heyning P. Randomized Controlled Trial of Truncal Exercises Early After Stroke to Improve Balance and Mobility. *Neurorehabil Neural Repair* 2011.

(553) Yoo SD, Jeong YS, Kim DH, Lee M, Noh SG, Shin YW, et al. The Efficacy of Core Strengthening on the Trunk Balance in Patients with Subacute Stroke. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine* 2010;34(6):677-682.

(554) Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K, Misri Z, Suresh B, Ganesan S, et al. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011 Aug;25(8):709-19.

(555) Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. The effect of independent practice of motor tasks by stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2002;16(5):473.

(556) Mudie M, Winzeler-Mercay U, Radwan S, Lee L. Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bo bath and feedback training approaches. *Clin Rehabil* 2002;16(6):582.

(557) Dean CM, Channon EF, Hall JM. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2007;53(2):97.

- (558) Ibrahimi N, Tufel S, Singh H, Maurya M. Effect of sitting balance training under varied sensory input on balance and quality of life in stroke patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy* 2010;4(2):40-45.
- (559) Jiménez Buñuales MT, González Diego P, Martín Moreno JM. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) 2001. 2013 2013-01-07T15:27:04Z.
- (560) Organización mundial de la salud. Envejecimiento y ciclo de vida. 2014; Available at: <http://www.who.int/ageing/about/facts/es/>. Accessed 7 de Diciembre, 2014.
- (561) La buena Salud Añade vida a los años, Día Mundial. World Heart Organization. 2012; Available at: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75254/1/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2012.2\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75254/1/WHO_DCO_WHD_2012.2_spa.pdf?ua=1). Accessed 1 Diciembre 2014, 2014.
- (562) Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Canal Salut. 27.10.2014; Available at: <http://canalsalut.gencat.cat/ca/>.
- (563) Evers SM, Struijs JN, Ament AJ, van Genugten ML, Jager JH, van den Bos GA. International comparison of stroke cost studies. *Stroke* 2004 May;35(5):1209-1215.
- (564) Spieler JF, Amarenco P. Socio-economic aspects of stroke management. *Rev Neurol (Paris)* 2004 Nov;160(11):1023-1028.
- (565) Spieler JF, Lanoe JL, Amarenco P. Costs of stroke care according to handicap levels and stroke subtypes. *Cerebrovasc Dis* 2004;17(2-3):134-142.
- (566) García AG, Marcos JG, Deyá AM. Análisis económico del intervencionismo en el ictus agudo. *Neurología* 2008;23(1):15-20.
- (567) Gjelsvik BE, Hofstad H, Smedal T, Eide GE, Naess H, Skouen JS, et al. Balance and walking after three different models of stroke rehabilitation: early supported discharge in a day unit or at home, and traditional treatment (control). *BMJ Open* 2014 May 14;4(5):e004358-2013-004358.
- (568) Chung E, Lee BH, Hwang S. Core stabilization exercise with real-time feedback for chronic hemiparetic stroke: a pilot randomized controlled trials. *Restor Neurol Neurosci* 2014;32(2):313-321.
- (569) Cabanas-Valdes R, Urrútia-Cuchi G, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation* 2013;33(4):575-592.
- (570) J. Castillo AS editor. Manual de enfermedades vasculares. 2ª edición ed. Barcelona: Ed. Prous Science.; 1999.



- (571) Mudge S, Stott NS. Outcome measures to assess walking ability following stroke: a systematic review of the literature. *Physiotherapy* 2007;93(3):189-200.
- (572) Shumway-Cook A, Woollacott M. Assessment and treatment of the patient with mobility disorders. Shumway-Cook A, Woolacott MH. *Motor control theory and practical applications*. Maryland: Williams & Wilkins 1995:315-354.
- (573) Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. *Phys Ther* 1984;64(1):35.
- (574) PEDro . Centre for Evidence-Based Physiotherapy (CEBP). *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. [http:// www.pedro.fhs.usyd.edu.au/index.html](http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/index.html) (accessed 28 February 2006). 2006; .
- (575) Ferreira González I, Urrútia G, Alonso-Coello P. Systematic reviews and meta-analysis: scientific rationale and interpretation. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 2011;64(8):688-696.
- (576) Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2003;83(8):713.
- (577) Boutron I, Tubach F, Giraudeau B, Ravaud P. Blinding was judged more difficult to achieve and maintain in nonpharmacologic than pharmacologic trials. *J Clin Epidemiol* 2004;57(6):543-550.
- (578) Boutron I, Guittet L, Estellat C, Moher D, Hrobjartsson A, Ravaud P. Reporting methods of blinding in randomized trials assessing nonpharmacological treatments. *PLoS Med* 2007 Feb;4(2):e61.
- (579) Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales: a practical guide to their development and use*. : Oxford University Press, USA; 2008.
- (580) Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, Feys H, Schuback B, Baert I, et al. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2007;78(7):694.
- (581) Verheyden G, Kersten P. Investigating the internal validity of the Trunk Impairment Scale (TIS) using Rasch analysis: The TIS 2.0. *Disabil Rehabil* 2010;32(25):2127-2137.
- (582) Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. : John Wiley & Sons; 2013.
- (583) Gorman SL, Radtka S, Melnick ME, Abrams GM, Byl NN. Development and validation of the function in sitting test in adults with acute stroke. *J Neurol Phys Ther* 2010;34(3):150-160.

- (584) Gorman SL, Rivera M, McCarthy L. Reliability of the Function in Sitting Test (FIST). *Rehabilitation research and practice* 2014; *Rehabil.Res.Pract.*, 2014, 2014, 593280, United States
- (585) Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke* 1997 Apr;28(4):722-728.
- (586) Lee Y, Lee J, Shin S, Lee S. The Effect of Dual Motor Task Training while Sitting on Trunk Control Ability and Balance of Patients with Chronic Stroke. *J PHYS THER SCI* 2012 10;24(4):345-349.
- (587) Liaw L, Hsieh C, Lo S, Chen H, Lee S, Lin J. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients. *Disability & Rehabilitation* 2008;30(9):656-661.
- (588) Letelier LM, Manríquez JJ, Rada G. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: ¿son la mejor evidencia? *Revista médica de Chile* 2005;133(2):246-249.
- (589) Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica* 2010;135(11):507-511.
- (590) Sorinola IO, Powis I, White CM. Does additional exercise improve trunk function recovery in stroke patients? A meta-analysis. *NeuroRehabilitation* 2014;35(2):205-213.
- (591) Centro Cochrane Iberoamericano. Asociación científica. Available at: <http://es.cochrane.org/es/inicio>. Accessed 24 4 2015.
- (592) Prospero. Registro de revisiones sistemáticas. Available at: <https://bibliovirtual.wordpress.com/2011/05/16/prospero/>. Accessed 24 4 2105.
- (593) Argimon Pallás JM, Jiménez Villa J editors. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 4ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2013.
- (594) Begg C, Cho M, Eastwood S, Horton R, Moher D, Olkin I. CONSORT statement—improving the quality of reporting of randomized controlled trials. *JAMA* 1996;276:637-639.
- (595) Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P. Methods and processes of the CONSORT Group: example of an extension for trials assessing nonpharmacologic treatments. *Ann Intern Med* 2008;148(4):W-60-W-66.
- (596) Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, Milne R, Perera R, Moher D, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ* 2014 Mar 7;348:g1687.

(597) Chan A, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, GÅ PC, KrleÅ¾a-JeriÅ K, et al. SPIRIT 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Ann Intern Med* 2013;158(3):200-207.

(598) Marín Martínez F, Sánchez Meca J, López López J. El metaanálisis en el ámbito de las ciencias de la salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento. *Fisioterapia* 2009;31(3):107-114.

(599) Nuzzo JL, McCaulley GO, Cormie P, Cavill MJ, McBride JM. Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *J Strength Cond Res* 2008 Jan;22(1):95-102.

(600) Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2010;40(6):369-375.

(601) Bae SH, Lee HG, Kim YE, Kim GY, Jung HW, Kim KY. Effects of Trunk Stabilization Exercises on Different Support Surfaces on the Cross-sectional Area of the Trunk Muscles and Balance Ability. *Journal of Physical Therapy Science* 2013;25(6):741.

(602) Yoo J, Jeong J, Lee W. The Effect of Trunk Stabilization Exercise Using an Unstable Surface on the Abdominal Muscle Structure and Balance of Stroke Patients. *Journal of physical therapy science* 2014;26(6):857.

(603) Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629-1637.

(604) Suri P, Kiely DK, Leveille SG, Frontera WR, Bean JF. Increased trunk extension endurance is associated with meaningful improvement in balance among older adults with mobility problems. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(7):1038-1043.

(605) Richards S, Mychasiuk R, Kolb B, Gibb R. Tactile stimulation during development alters behaviour and neuroanatomical organization of normal rats. *Behav Brain Res* 2012;231(1):86-91.

(606) Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995;27(1):27.

(607) Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73(11):1073.

(608) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health. Revue canadienne de sante publique* 1992;83:S7.

- (609) Kahle N, Tevald MA. Core Muscle Strengthening's Improvement of Balance Performance in Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *J Aging Phys Act* 2014;22:65-73.
- (610) Kirker SGB, Jenner JR, Simpson DS, Wing AM. Changing patterns of postural hip muscle activity during recovery from stroke. *Clin Rehabil* 2000;14(6):618-626.
- (611) Kaji A, Sasagawa S, Kubo T, Kanehisa H. Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. *J Strength Cond Res* 2010 Feb;24(2):382-388.
- (612) Nilsagård YE, von Koch LK, Nilsson M, Forsberg AS. Balance exercise program reduced falls in people with multiple sclerosis: A single-group, pretest-posttest trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(12):2428-2434.
- (613) Postural variability during pursuit tracking in low-back pain patients. 15th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics (NBC 2011): Springer; 2011.
- (614) Mille M, Johnson ME, Martinez KM, Rogers MW. Age-dependent differences in lateral balance recovery through protective stepping. *Clin Biomech* 2005;20(6):607-616.
- (615) Krawczyk M, Szczerbik E, Syczewska M. The comparison of two physiotherapeutic approaches for gait improvement in sub-acute stroke patients. *Acta Bioeng Biomech* 2014;16(1):11-18.
- (616) Aruin A, Shiratori T. Anticipatory postural adjustments while sitting: the effects of different leg supports. *Experimental brain research* 2003;151(1):46-53.
- (617) Guillemin F, Bombardier C, Beaton D. Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. *J Clin Epidemiol* 1993;46(12):1417-1432.
- (618) Wang C, Hsueh I, Sheu C, Hsieh C. Discriminative, predictive, and evaluative properties of a trunk control measure in patients with stroke. *Phys Ther* 2005;85(9):887-894.
- (619) Pacheco EIF, De la Carrera Wielandt, María Trinidad, Romero JM, Muñoz, María de los Ángeles Pizarro. Correlación entre control de tronco y número de caídas en adultos mayores institucionalizados con accidente cerebrovascular. *Catussaba* 2012;2(1):11-24.
- (620) Orr R, Raymond J, Singh MF. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. *Sports Medicine* 2008;38(4):317-343.
- (621) Cho K, Lee K, Lee B, Lee H, Lee W. Relationship between Postural Sway and Dynamic Balance in Stroke Patients. *J Phys Ther Sci* 2014 Dec;26(12):1989-1992.

(622) Cabañero-Martínez MJ, Cabrero-García J, Richart-Martínez M, Muñoz-Mendoza CL. The spanish versions of the Barthel index (BI) and the Katz index (KI) of activities of daily living (ADL): A structured review. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;49(1):e77-e84.

(623) Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J* 1965;14:61.

(624) Wee JY, Wong H, Palepu A. Validation of the Berg Balance Scale as a predictor of length of stay and discharge destination in stroke rehabilitation<sup>1,\*</sup> 1. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(5):731-735.

(625) Tinetti ME, Franklin Williams T, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986;80(3):429-434.

(626) Rodríguez Guevara C, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Revista Colombiana de Reumatología* 2012;19(4):218-233.

(627) An S, Lee Y, Lee G. Validity of the performance-oriented mobility assessment in predicting fall of stroke survivors: a retrospective cohort study. *Tohoku J Exp Med* 2014;233(2):79-87.

(628) Tinetti ME, Ginter SF. Identifying mobility dysfunctions in elderly patients: standard neuromuscular examination or direct assessment? *JAMA* 1988;259(8):1190-1193.

(629) Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clin Rehabil* 2004;18(8):916-923.

(630) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. : Pergamon Press; 1975.

# 12-ANEXOS

---



---

## **Anexo 1. Hoja de información al paciente y consentimiento informado de las publicaciones 2,3 y 4.**

---

A continuación se detallan las hojas de información al paciente y consentimiento informado utilizados en las publicaciones 2, 3 y 4.

### **INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

**TITULO DEL ESTUDIO:** Traducción y Validación de las escalas *Trunk Impairment Scale* versión 2.0 (TIS 2.0) y la *Postural Assessment Scale for Stroke Patients* (PASS) para la valoración del control postural y equilibrio en sedestación en la población española que ha sufrido un ictus.

Persona de Contacto: Rosa Cabanas 637953610

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético del Parc Taulí de Sabadell Hospital Universitari.

Le solicitamos la autorización para la realización de una grabación en video de usted, ejecutando unas actividades de valoración. Se le solicitará sentarse en la cama y realizar unos movimientos en dicha posición, tumbarse en la cama y darse la vuelta hacia un lado y otro, en el caso de que no pueda realizarlo se le ayudará. También se comprobará si se puede levantar. El fisioterapeuta utilizará aproximadamente unos 20 minutos o menos para realizar la grabación.

El material registrado sólo se utilizará para las finalidades señaladas y en ningún momento se solicitará su identidad, la cual sólo será accesible a los profesionales sanitarios responsables de su asistencia.

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico y/o su fisioterapeuta, ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.



## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

El interés de este estudio es disponer de unas escalas de valoración para personas que han sufrido un ictus. Actualmente no existen escalas validadas al español con estas características, de ahí la importancia de realizar esta validación y tener una herramienta de evaluación para los fisioterapeutas que trabajen en el ámbito de la Neurología, ya que permitirán valorar de una forma sencilla, clara y fiable la eficacia de los tratamientos y cuantificar la evolución de las personas con ictus.

## **BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

El beneficio inmediato de participar en el estudio es su contribución al conocimiento y desarrollo de la ciencia, o más concretamente de la fisioterapia en España.

No existe ningún tipo de efecto secundario, riesgo o molestia para usted. Se garantiza su total seguridad durante la realización de las pruebas.

## **CONFIDENCIALIDAD**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, del 13 de Diciembre, de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a la persona de referencia del estudio.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su investigador principal del estudio/colaboradores podrá relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna, salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal. Los resultados del estudio pueden aparecer publicados en bibliografía médica, en ese caso su identidad no será de ninguna manera revelada.

Las grabaciones quedaran depositadas en el Servicio de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya que garantiza su custodia y que serán destruidas una vez finalizado dicho estudio.

## **HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE DE LA PUBLICACIÓN 4**

**TITULO DEL ESTUDIO:** Efecto de los ejercicios de *Core Stability* para mejorar el equilibrio dinámico en sedestació y control de tronco para pacientes con ictus en la fase subaguda. Ensayo clínico aleatorizado

**PERSONA DE CONTACTO DEL ESTUDIO:** Rosa Cabanas, tel. 637953610

### **INTRODUCCIÓN**

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Etico de Investigación Clínica de la Corporación Hospitalaria Parc Taulí de Sabadell. Nuestra intención, es tan sólo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en éste estudio. Para ello lea ésta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

### **PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA**

Debe saber que su participación en éste estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento, en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico o fisioterapeuta, ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

El objetivo de dicho estudio es ratificar si tras un Accidente Cerebrovascular o ictus o como popularmente se le llama “embolia”, realizando una fisioterapia específica y sistemática sobre el tronco, se recupera antes el equilibrio en sedestación, de pie y la marcha. Para ello se repartirán los pacientes los cuales han sufrido un ictus en dos grupos: un grupo control y un grupo experimental. Los

dos grupos del estudio, tanto el grupo control como el grupo experimental, realizarán la fisioterapia habitual que se lleva a cabo habitualmente en el hospital y además, el grupo experimental se le practicarán unos ejercicios fisioterapéuticos específicos sobre el tronco, que ya han sido probados en otros estudios. Los dos grupos serán evaluados con unas escalas, por un fisioterapeuta ajeno al estudio que no sabrá a que grupo pertenece usted. Los participantes en todo momento se mantendrán en el anonimato y no saldrá su nombre en ningún registro.

Los riesgos derivados del estudio son prácticamente nulos, no existe ningún riesgo descrito para la salud. Se le evaluará mediante unas escalas al inicio y al final de la intervención, la duración de ésta, será de 5 semanas. La asignación a cada grupo será al azar, usted tiene las mismas probabilidades de estar en un grupo o en otro.

### **BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

Los potenciales beneficios que puede usted obtener si va al grupo experimental, según estudios realizados hasta el momento, serán alcanzar más rápidamente que el grupo que realizará fisioterapia habitual, un mayor grado de equilibrio dinámico en sedestación, más seguridad cuando esté de pie y una mayor velocidad y control en la marcha, lo cual hará que se reduzca el riesgo de que pueda sufrir una caída.

No existe ningún riesgo para usted el hecho de participar en el estudio, ni en las evaluaciones, ni en el tratamiento, ya que será realizado por personal adecuado y especializado en la materia y habituado a tratar con pacientes como usted.

Es importante destacar su importante colaboración con la sociedad y en el avance de la sanidad en concreto de la Fisioterapia neurológica.

### **CONFIDENCIALIDAD**

La comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de

acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a la persona de contacto del estudio. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna, salvo contadas excepciones en caso de requerimiento legal.

El acceso a su información personal quedará restringido al investigador del estudio y colaboradores, al Comité Ético de Investigación clínica y personal autorizado por el investigador, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

### **OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE**

Si usted decide abandonar el estudio ningún dato nuevo será añadido a la base de datos y sus datos serán destruidos automáticamente.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han expuesto.

Se utilizó la misma hoja para las publicaciones 2, 3 y 4.

## HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA FIRMAR EL PACIENTE

Código/Título del estudio

Yo, (nombre y apellidos)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con: (nombre del investigador).

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera.
2. Sin tener que dar explicaciones.
3. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información

Firma del paciente Firma del Investigador

Nombre:

Fecha (*escrita por el paciente*)

Este documento se firmará por duplicado quedándose una copia el investigador y otra el paciente

Aprobación del comité de ética de las publicaciones 2 y 3

Anexo 2. Carta de aprobació del comitè de ètica de la UIC y Parc Taulí de las publicaciones 2, 3 y 4.



**CARTA DE CONFORMITAT DEL CER PER A PROJECTES AVALUATS I APROVATS PER UN CEIC**

Codi de l'estudi: FIS-2013-04

Versió del protocol: 1.0

Data de la versió: 02/07/13

Títol: "Traducción y validación de las escalas *Trunk Impairment Scale (TIS) 2.0* y *Postural Assessment Scale* versión sueca (SwePASS) en la población española que ha sufrido un ictus"

Sant Cugat del Vallès, 09 de juliol de 2013

**Investigadora: Rosa M<sup>a</sup> Cabanas Valdés**

**Títol de l'estudi: " Traducción y validación de las escalas *Trunk Impairment Scale (TIS) 2.0* y *Postural Assessment Scale* versión sueca (SwePASS) en la población española que ha sufrido un ictus"**

Benvolgut (da),

Valorat el projecte presentat, el CER de la Universitat internacional de Catalunya, considera que, des del punt de vista ètic, reuneix els criteris exigits per aquesta Institució i, per tant, ratifica l'aprovació del CEIC aportada, d'acord amb el reglament vigent.

Em permeto recordar-li que si en el procés d'execució es produís algun canvi significatiu en els seus plantejaments, hauria de ser sotmès novament a la revisió i aprovació del CER.

Quedo a disposició per a qualsevol dubte o aclaració al respecte.

Atentament,

*Dr. Josep Argemí*  
President CER-UIC



## INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

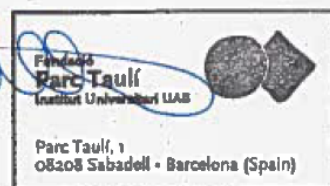
Doña COLOMA MORENO QUIROGA, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de la CORPORACIÓ SANITÀRIA PARC TAULÍ DE SABADELL (Barcelona)

### CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta del promotor ROSA CABANAS para que se realice el estudio titulado: "Traducción y validación de las escalas Trunk Impairment Scale (TIS) y Postural Assessment Scale (SwePASS) versión sueca para la población española que ha sufrido un ictus" del protocolo y considera que:

1. Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsible para el sujeto.
2. La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
3. Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudiera derivarse de su participación en el estudio.
4. El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
5. Y que el Comité acepta que dicho estudio sea realizado en el Corporació Sanitària Parc Taulí de SABADELL por CABALLERO GÓMEZ FERNANDA, como investigador principal.

Firmado:



**Dra. Coloma Moreno Quiroga**

Ref.: 2013597



## INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Doña COLOMA MORENO QUIROGA, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de la CORPORACIÓ SANITÀRIA PARC TAULÍ DE SABADELL (Barcelona)

### CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta del promotor ROSA CABANAS para que se realice el estudio titulado: "Efectos de la inclusión de ejercicios específicos de tronco, en el tratamiento de fisioterapia hospitalaria, para la mejora del equilibrio en sedestación en pacientes post ictus en fase aguda y subaguda. Ensayo clínico aleatorizado" del protocolo y considera que:

1. Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsible para el sujeto.
2. La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
3. Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudiera derivarse de su participación en el estudio.
4. El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
5. Y que el Comité acepta que dicho estudio sea realizado en el Corporació Sanitària Parc Taulí de SABADELL por CABALLERO GÓMEZ FERNANDA, como investigador principal.

Lo que firma en SABADELL a jueves, 28 junio 2012

Firmado:



Fundació  
**Parc Taulí**  
Institut Universitari UAB



Parc Taulí, 1  
08208 Sabadell • Barcelona (Spain)

**Dra. Coloma Moreno Quiroga**

Ref.: 2012042





**CARTA DE CONFORMITAT DEL CER PER A PROJECTES AVALUATS I APROVATS PER UN CEIC**

Codi de l'estudi: FIS-2012-04

Versió del protocol:1.1

Data de la versió:09/10/12

Títol:"Efectos de la inclusión de ejercicios específicos de tronco, en el tratamiento de fisioterapia hospitalaria, para la mejora del equilibrio en sedestación en pacientes post ictus en fase aguda y subaguda. Ensayo clínico aleatorizado"

Sant Cugat del Vallès,09 d'octubre de 2012

**Investigadora: Rosa M. Cabanas Valdés**

**Títol de l'estudi: :” Efectos de la inclusión de ejercicios específicos de tronco, en el tratamiento de fisioterapia hospitalaria, para la mejora del equilibrio en sedestación en pacientes post ictus en fase aguda y subaguda. Ensayo clínico aleatorizado”**

Benvolgut (da),

Valorat el projecte presentat, el CER de la Universitat Internacional de Catalunya, considera que, des del punt de vista ètic, reuneix els criteris exigits per aquesta institució i, per tant, ratifica l'aprovació dels CEICs aportada, d'acord amb el reglament vigent.

Em permeto recordar-li que si en el procés d'execució es produís algun canvi significatiu en els seus plantejaments, hauria de ser sotmès novament a la revisió i aprovació del CER.

Quedo a disposició per a qualsevol dubte o aclaració al respecte.

Atentament,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Josep Argemí', written over a horizontal line.

**Dr. Josep Argemí**  
**President CER-UIC**

**Anexo 3.** Cuaderno de recogida de datos de las publicaciones 2,3 y 4.

<b>Estudio Fisiowalidación</b>	<b>Elegibilidad</b>  <b>Fecha de la visita basal (V<sub>0</sub>):</b> ____ / ____ / ____
--------------------------------	--

**IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE**

<b>Paciente (Nombre)</b>	
<b>(1º apellido + 2º apellido)</b>	
<b>Dirección</b>	
<b>Teléfono</b>	
<b>Núm. Historia Clínica</b>	_____
<b>Sexo</b>	<input type="checkbox"/> 01 (Varón) <input type="checkbox"/> 02 (Mujer)
<b>Fecha de Nacimiento (dd/mm/aa)</b>	____ / ____ / ____

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN** (todos deben ser Sí)

1.- Edad $\geq$ 18 años	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
2- Diagnóstico de Ictus (de origen isquémico o hemorrágico) confirmado por los neurólogos sobre la base del examen clínico, o tomografía computerizada (TC) y resonancia magnética (RM).	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
3-Fase hiperaguda, subaguda o crónica (Subrayar)		
4. Ausencia de problemas ortopédicos para mantener la sedestación (valoración por el traumatólogo).	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
5.-Habilidad para entender las instrucciones y dar su consentimiento informado.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN** (todos deben ser NO)

1.-Puntuación menor o igual a 24 en la forma corta del Minimental Test.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
2.-Hemodinámicamente estable	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
3. Fiebre	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
4.-Comorbilidades que puedan afectar el control postural, Rankin previo al ictus > 3	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

¿El paciente, o su representante legal, han dado su consentimiento informado?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
En caso afirmativo, una copia firmada debe guardarse en este CRD (sección Consentimiento informado).		
En caso negativo, ¿ha dado alguna razón?	<hr/> <hr/> <hr/>	

<b>¿EL PACIENTE ES ELEGIBLE PARA EL ESTUDIO?</b>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
En caso afirmativo, completar las siguientes secciones del CRD.		
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px; display: inline-block;"></div> ____	
<b>Estudio Fisiowalidación</b>	<b>Características clínicas basales</b>	
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	____	
<b>Lado de la lesión</b>	<input type="checkbox"/> Dcho.	<input type="checkbox"/> Izdo.
<b>Hemiparesia</b>	<input type="checkbox"/> Dcho.	<input type="checkbox"/> Izdo.

<b>Tipo de ictus</b>	<input type="checkbox"/> Isquémico <input type="checkbox"/> Hemorrágico
<b>Fecha de presentación del ictus</b>	___ ___ / ___ ___ / ___ ___
<b>Puntuación del Minimental Test</b>	___ ___
<b>Puntuación Índice de Barthel</b>	___ ___ ___

<b>Estudio Fisioidadació</b>	<b>1ª Evaluación del paciente (V<sub>1</sub>)</b> <b>1ª valoración Físio</b> Fecha: ___ ___ / ___ ___ / ___ ___
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	___ ___ ___ ___

**PRUEBAS REALIZADAS**

<b>Escala <i>Trunk Impairment Scale</i> (TIS 2.0)</b>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Postural Assessment Scale for Stroke Patients</i> (PASS)</b>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO
Una copia de cada una de las escalas, con la identificación del paciente, debe guardarse en este apartado del CRD. En caso de no poder realizarse o completarse alguna de ellas, deberá registrarse el motivo (incidencias).	
<b>Estudio Fisioidadación</b>	<b>2ª Evaluación del paciente (V<sub>2</sub>)</b> <b>A los 15 días 2ª valoración Físio</b> Fecha: ___ ___ / ___ ___ / ___ ___
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	___ ___ ___ ___

**PRUEBAS REALIZADAS**

<b>Escala <i>Trunk Impairment Scale</i> (TIS 2.0)</b>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Postural Assessment Scale for Stroke Patients</i> (PASS)</b>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO

## Cuaderno de recogida de datos de la publicación 4

<b>Estudio FizioNET</b>	<b>Elegibilidad</b>
Fecha de la visita basal (V <sub>0</sub> ): ____ / ____ / ____	

## IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

<b>Paciente (Nombre)</b>	
<b>(1º apellido + 2º apellido)</b>	
<b>Iniciales</b>	_____
<b>Centro</b>	<input type="checkbox"/> 01 (CSPT) <input type="checkbox"/> 02 (PV)
<b>Núm. Historia Clínica</b>	_____
<b>Sexo</b>	<input type="checkbox"/> 01 (Varón) <input type="checkbox"/> 02 (Mujer)
<b>Fecha de Nacimiento (dd/mm/aa)</b>	____ / ____ / ____

CRITERIOS DE INCLUSIÓN *(todos deben ser Sí)*

1.- Edad ≥ 18 años	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
2.- Diagnóstico de accidente vascular cerebral confirmado por los neurólogos sobre la base del examen clínico, tomografía computerizada (TC) y resonancia magnética (RM).	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
3.- Ictus (de origen isquémico o hemorrágico) de menos o igual de 3 meses de evolución.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
4.- Ausencia de problemas ortopédicos para mantener la sedestación (valoración por el traumatólogo).	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
5.- Habilidad para entender las instrucciones	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
6.- Puntuación inferior a 65 puntos en la escala de Barthel.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
7.- Puntuación inferior a 16 puntos en la escala TIS.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN** (todos deben ser NO)

1.- Puntuación menor o igual a 24 en la forma corta del Minimental Test.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
2.- Segundo ictus confirmado por los neurólogos sobre la base del examen clínico, tomografía computerizada (TC) y/o resonancia magnética (RM).	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
3.- Discapacidad motora previa que altere el equilibrio confirmado por los neurólogos.	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

¿El paciente, o su representante legal, a dado su consentimiento informado?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
En caso afirmativo, una copia firmada debe guardarse en este CRD (sección Consentimiento informado).		
En caso negativo, ¿ha dado alguna razón?	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>¿EL PACIENTE ES ELEGIBLE PARA EL ESTUDIO?</b>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
En caso afirmativo, completar las siguientes secciones del CRD.		
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Código del centro+ Número consecutivo en el centro (del 1 al 40)	

**DATOS DE CONTACTO DEL PACIENTE**

Dirección	
Población	
Teléfono 1 ( _____ )	
Teléfono 2 ( _____ )	
<b>Estudio FisioNET</b>	<b>Características clínicas basales</b>

<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	_____
<b>Lado de la lesión</b>	<input type="checkbox"/> Dcho. <input type="checkbox"/> Izdo.
<b>Tipo de ictus</b>	<input type="checkbox"/> Isquémico <input type="checkbox"/> Hemorrágico
<b>Fecha de presentación del ictus</b>	____ / ____ / ____
<b>Comorbilidades</b>	
<b>Número de repeticiones del ictus</b>	
<b>Puntuación Índice de Barthel</b>	_____
<b>Puntuación Trunk Impairment Scale</b>	
<b>Puntuación Minimental</b>	

<b>Estudio FisioNET</b>	<b>Aleatorización</b>
	<b>Fecha:</b> ____ / ____ / ____
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	_____
<b>¿Intervención asignada?</b>	<input type="checkbox"/> FNET <input type="checkbox"/> Control
<b>Núm. del sobre asignado</b>	_____
<b>El sobre usado para la asignación, una vez abierto, debe guardarse en el CRD.</b>	
<b>Estudio FisioNET</b>	<b>Registro de las intervenciones</b> <b>CSEs + Fisioterapia habitual:</b> <b>1 sesión /día x 5 días x 5 semanas</b> <b>[Total: 25 sesiones]</b>
<b>Núm. Paciente en el estudio</b>	_____

**SEMANA 1**

Día	Fecha	¿Aplicada?	Fisioterapeuta (iniciales)	Incidencias
Día 1	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 2	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 3	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 4	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 5	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		

**SEMANA 2**

Día	Fecha	¿Aplicada?	Fisioterapeuta (iniciales)	Incidencias
Día 1	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 2	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 3	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 4	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 5	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		

**SEMANA 3**

Día	Fecha	¿Aplicada?	Fisioterapeuta (iniciales)	Incidencias
Día 1	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 2	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 3	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		



## Anexos

Día 4	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 5	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		

### SEMANA 4

Día	Fecha	¿Aplicada?	Fisioterapeuta (iniciales)	Incidencias
Día 1	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 2	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 3	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 4	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 5	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		

### SEMANA 5

Día	Fecha	¿Aplicada?	Fisioterapeuta (iniciales)	Incidencias
Día 1	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 2	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 3	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 4	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		
Día 5	___ ___ / ___ ___ / ___	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO		

**PACIENTE EVALUABLE**

¿Se han completado al menos un 75% de las sesiones previstas (n≥20)?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
¿Hubo una retirada prematura del estudio?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
En caso afirmativo, especificar el motivo del ALTA:	

<b>Estudio FisisNET</b>	<b>Evaluación basal del paciente (V<sub>1</sub>) Antes de iniciar la intervención</b>
	Fecha: ____ / ____ / ____
Núm. Paciente en el estudio	_____

**PRUEBAS REALIZADAS**

<b>Escala <i>Trunk Impairment Scale</i> (TIS) validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala <i>Function in sitting test</i> (FIST)</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala de Equilibrio de Berg</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Postural Assessment Scale for Stroke Patients</i> (PASS) validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Brunel Balance Assesment</i> (BBA)</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala de Tinetti</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Índice de Barthel validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
Una copia de cada una de las escalas, con la identificación del paciente, debe guardarse en este apartado del CRD.	
En caso de no poder realizarse o completarse alguna de ellas, deberá registrarse el motivo (incidencias).	
<b>Estudio FisisNET</b>	<b>Evaluación del paciente (V<sub>2</sub>) Al finalizar la intervención (máx. + 4d)</b>
	Fecha: ____ / ____ / ____
Núm. Paciente en el estudio	_____

## PRUEBAS REALIZADAS

<b>Escala <i>Trunk Impairment Scale</i> (TIS) validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala <i>Function in sitting test</i> (FIST)</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala de Equilibrio de Berg</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Postural Assessment Scale for Stroke Patients</i> (PASS) validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b><i>Brunel Balance Assesment</i> (BBA)</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Escala de Tinetti validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<b>Índice de Barthel validada al español</b>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
<p>Una copia de cada una de las escalas, con la identificación del paciente, debe guardarse en este apartado del CRD.</p> <p>En caso de no poder realizarse o completarse alguna de ellas, deberá registrarse el motivo (incidencias).</p>	

## Anexo 4. Instrumentos de evaluación

A continuación se describen las diferentes escalas utilizadas en la publicación 4, aparte están las versiones españolas de la PASS y la TIS 2.0.

### 1-Índice de Barthel (IB)

Entre las escalas de las actividades de la vida diaria el IB (622) es la que se impone por su simplicidad, sensibilidad y validez. Es una medida del nivel de independencia en las AVD y la más conocida, estudiada y utilizada a nivel internacional del paciente postictus. Está recomendada su utilización por la guía de práctica clínica para ictus de la *Royal Dutch Society for Physical Therapy* 2014 (414).

El IB fue descrito por Mahoney FI y Barthel DW en 1965 (623) y diseñada para medir resultados del tratamiento rehabilitador en pacientes incapacitados por procesos neuromusculares y musculoesqueléticos. El IB también conocido como "Índice de Discapacidad de Maryland" es una medida genérica que valora el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas actividades básicas de la vida diaria (AVD) como alimentación, desplazamiento, continencia etc. mediante la cual se asignan diferentes puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto examinado para llevar a cabo estas actividades. Es un instrumento para detectar 10 AVD básicas dando mayor importancia a la puntuación de los temas relacionados con el control de esfínteres y la movilidad.

Esta prueba es fácil y rápida de administrar (habitualmente en menos de 5 minutos). Su aplicación es especialmente útil en unidades de rehabilitación. Es de gran valor predictivo sobre la mortalidad, el ingreso hospitalario, la duración de la estancia en unidades de rehabilitación y la ubicación al alta hospitalaria en pacientes con ictus. Su reproducibilidad es excelente. Para su medición se establecen los siguientes criterios:

- i) Las actividades se valoran de forma diferente, pudiéndose asignar 0, 5, 10 ó 15 puntos
- ii) Para los temas de deposición y micción, se deberá valorar la semana previa
- iii) Máxima puntuación: 100 puntos (90 si va en silla de ruedas).

Resultado Grado de dependencia <20 total, 20-35 grave, 40-55 moderado ≥60 leve y 100 independiente.

**Tabla 1**  
Puntuaciones originales de las AVD incluidas en el Índice de Barthel

<b>Comer</b>
0 = incapaz
5 = necesita ayuda para cortar, extender mantequilla, usar condimentos, etc.
10 = independiente (la comida está al alcance de la mano)
<b>Trasladarse entre la silla y la cama</b>
0 = incapaz, no se mantiene sentado
5 = necesita ayuda importante (una persona entrenada o dos personas), puede estar sentado
10 = necesita algo de ayuda (una pequeña ayuda física o ayuda verbal)
15 = independiente
<b>Aseo personal</b>
0 = necesita ayuda con el aseo personal
5 = independiente para lavarse la cara, las manos y los dientes, peinarse y afeitarse
<b>Uso del retrete</b>
0 = dependiente
5 = necesita alguna ayuda, pero puede hacer algo sólo
10 = independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse)
<b>Bañarse/Ducharse</b>
0 = dependiente
5 = independiente para bañarse o ducharse
<b>Desplazarse</b>
0 = inmóvil
5 = independiente en silla de ruedas en 50 m
10 = anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal)
15 = independiente al menos 50 m. con cualquier tipo de muleta, excepto andador
<b>Subir y bajar escaleras</b>
0 = incapaz
5 = necesita ayuda física o verbal. puede llevar cualquier tipo de muleta
10 = independiente para subir y bajar
<b>Vestirse y desvestirse</b>
0 = dependiente
5 = necesita ayuda, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda
10 = independiente, incluyendo botones, cremalleras, cordones, etc
<b>Control de heces:</b>
0 = incontinente (o necesita que le suministren enema)
5 = accidente excepcional (uno/semana)
10 = continente
<b>Control de orina</b>
0 = incontinente, o sondado incapaz de cambiarse la bolsa
5 = accidente excepcional (máximo uno/24 horas).
10 = continente, durante al menos 7 días
<b>Total = 0-100 puntos (0-90 si usan silla de ruedas)</b>

## 2. La escala *Function in Sitting Test* (FIST)

Consta de 14 ítems y está basada en el rendimiento y el examen clínico del equilibrio del tronco. El FIST fue diseñado y validado por Gorman en el año 2010 (583) para administrarlo en la cama del hospital por un fisioterapeuta u otro personal sanitario. Su tiempo de administración oscila aproximadamente entre unos cinco o diez minutos. Los pacientes son instruidos a realizar las diferentes actividades en sedestación con una puntuación que va del 0 al 4 para cada ítem. La puntuación máxima es de 56 pts.

El propósito de la escala FIST es cuantificar el rendimiento funcional específico y el equilibrio en sedestación para pacientes postictus. La FIST se puede utilizar para controlar los cambios en el equilibrio en sedestación en el tiempo.

La FIST llena los huecos existentes entre las observaciones sencillas sobre el equilibrio en sedestación/ medidas de control de tronco y equilibrio hacia el equilibrio en bipedestación o la capacidad de marcha.

Consta de 4 niveles de puntuación. Existe una página web donde se ilustran todos los ítems <http://www.samuelmerritt.edu/fist/setup>

4. Independente. Completa la tarea de forma independiente y con éxito
3. Necesita indicaciones. Completa la tarea de forma independiente y con éxito, puede ser necesario alguna orden verbal / táctil o más indicaciones
2. Apoyo de la extremidad superior. No se puede completar la tarea sin necesidad de utilizar las extremidades superiores para el apoyo o asistencia
1. Necesita ayuda. No se puede completar la tarea con éxito y sin ayuda física
0. Asistencia Completa. Requiere asistencia física completa para llevar a cabo la tarea con éxito, es incapaz de completar la tarea o es dependiente.

**FUNCTION IN SITTING TEST (FIST) RESULTS**

<b>FIST Test Item</b> ½ femur on surface; hips & knees flexed to 90° <input type="checkbox"/> Used step/stool for positioning & foot support		Date:	Date:	Date:
<b>Randomly Administered Once</b>	<b>Anterior Nudge:</b> superior sternum			
	<b>Posterior Nudge:</b> between scapular spines			
	<b>Lateral Nudge:</b> on dominant side at acromion			
<b>Static sitting:</b> 30 seconds				
<b>Sitting, shake 'no':</b> left and right				
<b>Sitting, eyes closed:</b> 30 seconds				
<b>Sitting, lift foot:</b> dominant side, lift foot 1 inch twice				
<b>Pick up object from behind:</b> object at midline, hands breadth posterior				
<b>Forward reach:</b> use dominant arm, must complete full motion				
<b>Lateral reach:</b> use dominant arm, clear opposite ischial tuberosity				
<b>Pick up object from floor:</b> from between feet				
<b>Posterior scooting:</b> move backwards 2 inches				
<b>Anterior scooting:</b> move forward 2 inches				
<b>Lateral scooting:</b> move to dominant side 2 inches				
<b>TOTAL</b>		/ 56	/ 56	/ 56
<b>Administered by:</b>				
<b>Notes/comments:</b>				
Scoring Key: <b>4 = Independent</b> (completes task independently & successfully) <b>3 = Verbal cues/increased time</b> (completes task independently & successfully and only needs more time/cues) <b>2 = Upper extremity support</b> (must use UE for support or assistance to complete successfully) <b>1 = Needs assistance</b> (unable to complete w/o physical assist; <b>document level: min, mod, max</b> ) <b>0 = Dependent</b> (requires complete physical assist; unable to complete successfully even w/physical assist)				

### **3- Berg Balance Scale (BBS)**

La escala de equilibrio de Berg fue desarrollada en 1989 como una medida cuantitativa del estado funcional del equilibrio del anciano que fuera reproducible y con una fuerte consistencia interna y más tarde fue adaptada y validada para pacientes adultos postictus (452,453). Es sensible a los cambios clínicos y tiene una buena fiabilidad intra e inter-observador tanto en ancianos como en pacientes con ictus (624) y se ha considerado útil en la predicción de caídas (608). En la actualidad puede considerarse un *gold standard* en la evaluación clínica del equilibrio (152).

Esta escala también consiste en solicitar al sujeto que realice diferentes tareas físicas mientras un evaluador rellena un cuestionario valorando la calidad de las ejecuciones. A diferencia de la escala de Tinetti, varias tareas son cronometradas. Se puntúan 14 apartados relacionados con el equilibrio y el control postural. La puntuación obtenida en cada tarea va de 0 a 4 (siendo 0 la incapacidad para realizar una tarea y 4 la realización de la misma sin asistencia), el valor máximo de 56, expresa un equilibrio óptimo y 0 un equilibrio débil.

Los resultados se basan en el tiempo que se tarda en completar las pruebas específicas y como son desempeñadas dichas pruebas. Éstas se realizan sobre la capacidad de un individuo para mantener el equilibrio en varias posiciones. Estas posiciones son: ponerse de pie después de estar sentado y sentarse luego de estar de pie, ser capaz de sentarse sin ayuda, mientras se está de pie cerrar los ojos, de pie colocar los pies juntos, extenderse hacia adelante lo más lejos posible, recoger un objeto del suelo, ser capaz de darse la vuelta y mirar hacia atrás, girar completamente alrededor, poner un pie en un escalón, poner un pie delante, apoyo sobre un solo pie, estar de pie sin apoyo, y cambiar de una posición a otra.

Si un individuo recibe una puntuación de 0 a 20, significa que la persona no puede mantener el equilibrio físico y está postrado en una silla de ruedas. Una puntuación de 21 a 40 significa que el individuo puede mantener un cierto equilibrio, pero necesita asistencia. La calificación más alta es de 41 a 56 y muestra que el individuo es completamente independiente. Los pacientes deben completar 14 tareas mientras el examinador califica el desempeño del paciente en



cada tarea. Elementos de la prueba son representativos de las actividades diarias que requieren equilibrio, como sentado, de pie, inclinándose, y dar un paso. Algunas tareas se clasifican de acuerdo a la calidad de la ejecución de la tarea, mientras que otras son evaluadas por el tiempo necesario para completar la tarea.

Específicamente los resultados se interpretan como:

- 0-20: alto riesgo de caída
- 21-40: moderado riesgo de caída
- 41-56: leve riesgo de caída

En promedio, los pacientes con puntuaciones menores de 40 tienen casi doce veces más probabilidades de caer que aquellos con puntuaciones superiores a 40. Puntuaciones inferiores a 45 de los 56 son generalmente aceptados como indicadores de la alteración del equilibrio. En diversos artículos establecen como punto de corte de 45 puntos de 56 para una deambulaci3n independiente y segura (608)

Descripci3n de los ítems	Puntuaci3n (0-4)
1. Paso de sedestaci3n a bipedestaci3n	
2. Bipedestaci3n sin apoyo (BP)	
3. Sedestaci3n sin respaldo, con los pies en el suelo	
4. Paso de bipedestaci3n a sedestaci3n	
5. Transferencias	
6. Bipedestaci3n con los ojos cerrados	
7. Bipedestaci3n sin apoyo con los pies juntos	
8. Alcance hacia delante con un brazo extendido mientras permanece de pie.	
9. Recoger un objeto del suelo desde bipedestaci3n	
10. Girar la cabeza y mirar hacia atr3s desde bipedestaci3n	
11. Desde BP efectuar un giro de 360 grados	
12. Subir un escal3n alternativamente desde bipedestaci3n sin cogerse	
13. Bipedestaci3n con un pie delante del otro (t3ndem)	
14. Bipedestaci3n monopodal	
<b>Puntuaci3n Total (0-56):</b>	

*Instrucciones Generales:*

Demuestre cada tarea al paciente. Hágale saber que debe mantener el equilibrio al intentar las tareas solicitadas. Un estado mental con cierto deterioro puede influir en los resultados y acabar en un accidente. Siempre vigile la seguridad del paciente y mantenga un estado de alerta frente al desequilibrio del paciente.

Equipo: Cronómetro, regla o cinta métrica, sillas, taburete (altura media tipo escalón).

*Puntuación:* Por favor, señale la puntuación más baja que corresponda

**1- PASO DE SEDESTACIÓN A BIPEDESTACIÓN**

*Instrucción:* Por favor levántese. Intente no usar sus manos como apoyo.

4. Capaz de levantarse sin usar las manos y se estabiliza independientemente
3. Capaz de levantarse sólo, usando las manos
2. Capaz de levantarse usando las manos, luego de varios intentos
1. Necesita una mínima ayuda para ponerse de pie o estabilizarse
0. Necesita una ayuda moderada o máxima para ponerse de pie

**2-BIPEDESTACIÓN SIN APOYO (BP)**

*Instrucción:* Manténgase de pie durante 2 minutos sin apoyarse en ningún sitio.

4. Es capaz de permanecer de pie 2 minutos de forma segura
3. Es capaz de permanecer de pie 2 minutos bajo supervisión
2. Es capaz de permanecer de pie 30 segundos sin apoyo
1. Necesita varios intentos para permanecer de pie 30 segundos sin cogerse
0. Incapaz de permanecer de pie 30 segundos sin ayuda

**3-SEDESTACIÓN SIN RESPALDO CON LOS PIES EN EL SUELO.**

*Instrucción:* Manténgase sentado durante 2 minutos con seguridad y firmeza

4. Es capaz de permanecer sentado en forma segura por 2 minutos
3. Es capaz de permanecer sentado 2 minutos bajo supervisión
2. Es capaz de permanecer sentado 30 segundos
1. Es capaz de permanecer sentado 10 segundos
0. Incapaz de permanecer sentado sin apoyo 10 segundos

#### 4-PASO DE BIPEDESTACIÓN A SEDESTACIÓN

*Instrucción:* Siéntese por favor

4. Se sienta en forma segura con un mínimo uso de las manos
3. Controla el descenso con las manos
2. Usa la parte posterior de las piernas contra la silla para controlar el descenso
1. Se sienta de forma independiente, pero no tiene control en el descenso
0. Necesita ayuda para sentarse

#### 5- TRANSFERENCIAS:

*Instrucción:* Por favor, pase de la silla a la cama y después vuelva de nuevo a la silla. Una vez hacia una silla con reposabrazos y otra vez hacia una silla sin reposabrazos

4. Es capaz de hacer una transferencia de forma segura con mínimo uso de manos
3. Es capaz de hacer una transferencia segura con necesidad de uso de las manos
2. Es capaz de hacer una transferencia con guía verbal y/o supervisión
1. Necesita una persona para ayudarla
0. Necesita dos personas para ayudarla o supervisar que este seguro

#### 6- BIPEDESTACIÓN CON LOS OJOS CERRADOS.

*Instrucción:* Por favor, cierre los ojos y quédese de pie durante 10 segundos.

4. Es capaz de permanecer de pie en forma segura por 10 segundos
3. Es capaz de permanecer de pie por 10 segundos bajo supervisión
2. Es capaz de permanecer de pie por 3 segundos
1. Incapaz de mantener los ojos cerrados por 3 segundos pero se mantiene firme
0. Necesita ayuda para evitar que se caiga

#### 7- BIPEDESTACIÓN SIN APOYO CON LOS PIES JUNTOS

*Instrucción:* Junte sus pies y permanezca de pie por dos minutos sin cogerse

4. Es capaz de mantenerse de pie con los pies juntos de forma segura por 1 minuto
3. Es capaz de mantenerse de pie con los pies juntos por 1 minuto bajo supervisión

2. Es capaz de mantenerse de pie con los pies juntos, pero incapaz de mantener la posición durante 30 segundos

1. Necesita ayuda para conseguir la postura, pero es incapaz de estar de pie durante 15 segundos con los pies juntos

0. Necesita ayuda para conseguir la postura y es incapaz de mantenerla durante 15 segundos

Los siguientes apartados se hacen mientras el sujeto está de pie sin apoyo

#### 8-ALCANCE HACIA DELANTE CON LOS BRAZOS EXTENDIDOS MIENTRAS PERMANECE DE PIE.

*Instrucción:* Levante los brazos hasta un ángulo de 90°. Extienda sus dedos o trate de alcanzar lo más que pueda hacia delante (El examinador ubica una regla en la punta de los dedos cuando el brazo está en 90°. Los dedos no deben tocar la regla cuando se alcance hacia delante. La medición registrada es la distancia hacia delante que logra el dedo cuando el sujeto está en la posición de mayor inclinación anterior. Cuando sea posible, pida a la persona que use ambos brazos cuando efectúe el alcance para evitar la rotación del tronco.

4. Puede alcanzar hacia delante holgadamente más de 25 cm

3. Puede alcanzar hacia delante de manera segura más de 12,5 cm

2. Puede alcanzar hacia delante de manera segura más de 5 cm

1. Se inclina hacia delante pero necesita supervisión

0. Pierde el equilibrio cuando lo intenta/necesita de ayuda externa

#### 9-RECOGER UN OBJETO DEL SUELO DESDE BIPEDESTACIÓN

*Instrucción:* Recoja un objeto (zapato/ pantufla) situado enfrente de su pie

4. Es capaz de recoger el objeto de forma fácil y segura

3. Es capaz de recoger el objeto pero necesita supervisión

2. Incapaz de coger el objeto, pero se queda a una distancia de 2-5 cm. del objeto y mantiene el equilibrio independientemente

1. Incapaz de coger el objeto y necesita supervisión mientras lo intenta

0. Incapaz de intentarlo/ necesita ayuda para evitar que pierda el equilibrio o se caiga

#### 10-GIRAR LA CABEZA Y MIRAR HACIA ATRÁS EN BIPEDESTACIÓN

*Instrucción:* Gire para mirar directamente detrás de usted hacia su hombro izquierdo. Repita lo mismo para el derecho. El examinador podría sostener un objeto para mirarlo directamente detrás de la persona para estimularla o que haga un mejor giro.

4. Mira hacia atrás desde los dos lados desplaza bien el peso del cuerpo

3. Mira hacia atrás solo en un lado, solo el otro lado muestra menos desplazamiento de peso

2. Solo gira hacia un lado, pero mantiene el equilibrio

1. Necesita supervisión cuando gira

0. Necesita ayuda para evitar que pierda el equilibrio o se caiga

#### 11. DESDE BIPEDESTACIÓN, EFECTUAR UN GIRO DE 360°

*Instrucción:* Gire por completo, en círculo de 360°. Pausa, luego gire en círculo de 360° en la otra dirección

4. Es capaz de girar 360° de forma segura en 4 segundos o menos.

3. Es capaz de girar 360° de forma segura sólo en un lado en 4 segundos o menos.

2. Es capaz de girar 360° de forma segura, pero lentamente.

1. Necesita supervisión cuando gira o indicaciones verbales.

0. Necesita ayuda para girar.

#### 12. SUBIR UN ESCALÓN ALTERNATIVAMENTE DESDE BIPEDESTACIÓN SIN COGERSE

*Instrucción:* Coloque cada pie alternativamente en un taburete o escalón. Prosiga hasta que cada pie haya tocado el taburete 4 veces

4. Es capaz de permanecer de pie de forma independiente y segura, completa 8 escalones en 20 segundos o menos.

3. Es capaz de permanecer de pie de forma independiente y completar 8 escalones en más de 20 segundos

2. Es capaz de completar 4 escalones sin ayuda, bajo supervisión

1. Es capaz de completar más de 2 escalones con mínima ayuda requerida

0. Necesita ayuda para evitar que se caiga / incapaz de intentarlo

### 13. BIPEDESTACIÓN SIN APOYO CON UN PIE DELANTE DEL OTRO (TÁNDEM).

*Instrucción: (Demostrar a la persona).* Coloque un pie directamente en frente del otro. Si siente que no puede colocar el pie directamente en frente del otro, trate de colocarse con los pies lo suficientemente separados de modo que el talón del pie que está delante quede más allá de los dedos del otro pie. (Para puntuar 3 puntos, la longitud del paso debería ser mayor a la longitud del otro pie, y el ancho de la misma posición debería aproximarse al ancho del paso, la zancada normal de la persona).

4. Es capaz de colocar los pies en tándem independientemente y mantenerse 30 segundos
3. Es capaz de colocar el pie delante del otro de forma independiente y mantenerse 30 segundos
2. Es capaz de dar un pequeño paso de forma independiente y mantenerse por 30 segundos
1. Necesita ayuda para dar el paso, pero puede mantenerse por 15 segundos.
0. Pierde el equilibrio mientras da el paso o permanece de pie

### 14- BIPEDESTACIÓN MONOPODAL

*Instrucción: Manténgase de pie sobre una pierna tanto tiempo como pueda sin cogerse.*

4. Es capaz de levantar la pierna independientemente y mantenerse por un tiempo mayor a 10 segundos
3. Es capaz de levantar la pierna independientemente y mantenerse entre 5-10 segundos
2. Es capaz de levantar la pierna independientemente y mantenerse por un tiempo igual o mayor a 3 segundos
1. Intenta levantar la pierna, incapaz de mantenerse por 3 segundos pero permanece de pie independientemente
0. Incapaz de intentarlo o necesita ayuda para evitar una caída

#### **4. Escala de Tinetti o *Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)***

Fue descrita en 1986 por la Dra. Tinetti para detectar problemas de equilibrio y movilidad en ancianos y para determinar el riesgo de caídas (625) existe una versión en español para población colombiana (626). Sólo existe la validación de la subescala o dominio del equilibrio para pacientes adultos post-ictus (627). Está formado por dos subescalas una de marcha y otra de equilibrio. La primera se compone de 8 tareas y la segunda por 7. La subescala de marcha no intenta analizar meticulosamente la misma, sino detectar problemas obvios y observar la capacidad funcional. Su administración requiere poco tiempo, no precisa equipamiento ni entrenamiento especial del fisioterapeuta y es sensible a los cambios clínicos. El POMA permite la sistematización de la exploración de la marcha y el equilibrio (628). Puede evaluar las anomalías del equilibrio y la marcha del paciente con ictus aunque está validada para personas mayores.

##### *Instrucciones:*

Subescala de equilibrio: Este apartado hace alusión a la parte del test que valora únicamente el equilibrio y consiste en solicitar al sujeto que realice 8 tareas físicas diferentes mientras un evaluador rellena un cuestionario valorando la calidad de las ejecuciones. A mayor puntuación mejor equilibrio. La máxima puntuación es 16 puntos.

Subescala de marcha: El paciente permanece de pie con el examinador camina por el pasillo o por la habitación (unos 8 metros) a “paso normal” luego regresa a “paso ligero pero seguro” (usando sus ayudas habituales para la marcha, como bastón o andador). A mayor puntuación mejor funcionamiento. La máxima puntuación para la marcha es 12 puntos.

De 0 a 16 (0 equilibrio muy malo; 16 equilibrio excelente). La suma total de ambas puntuaciones proporciona el riesgo de caídas. A mayor puntuación menor riesgo, Menos de 19 = riesgo alto de caídas, De 19 a 24 = riesgo de caídas.

## Dominio de Equilibrio

### Equilibrio en sedente

Se inclina o se desliza en la silla  
Estable y seguro

#### Al levantarse

Incapaz sin ayuda  
Capaz, utiliza los brazos para ayudarse  
Capaz, sin utilizar sus brazos

### Intentos para levantarse

Incapaz sin ayuda  
Capaz, requiere más de un intento  
Capaz de levantarse en el primer intento

### Equilibrio inmediato de pie (primeros 5 segundos)

Inestable  
Estable pero utiliza caminador u otro apoyo  
Estable sin utilizar caminador u otro apoyo

### Equilibrio de pie

Inestable  
Estable pero con base de sustentación amplia y utiliza bastón u otro apoyo.  
Base de sustentación estrecha sin empleo de bastón u otro apoyo.  
Empieza a caer  
Se tambalea, se sujeta, se sostiene  
Estable

### Con los ojos cerrados

Inestable  
Estable

### El paciente da un giro de 360 grados.

Pasos interrumpidos  
Pasos continuos  
Inestable (se agarra, se tambalea)  
Estable

### Al sentarse

Inseguro (calculó mal la distancia, cae en la silla)  
Utiliza los brazos, o se sienta bruscamente  
Seguro



## **Dominio de Marcha**

### **Inicio de la marcha**

Vacilación o múltiples intentos para iniciar  
No vacila

### **Longitud y altura del paso**

Al dar el paso el pie derecho no sobrepasa el pie izquierdo.  
Sobrepasa la posición del pie izquierdo  
Al dar el paso el pie izquierdo no sobrepasa al pie derecho.  
Sobrepasa la posición del pie derecho.  
El pie derecho no se levanta completamente al dar el paso.  
El pie derecho se levanta completamente del piso.  
El pie izquierdo no se levanta completamente al dar el paso.  
El pie izquierdo se levanta completamente del piso.

### **Simetría del paso**

La longitud del paso con el pie derecho e izquierdo es diferente (observado).  
Los pasos con el pie derecho e izquierdo parecen iguales

### **Continuidad del paso**

Pausas o falta de continuidad entre los pasos  
Los pasos parecen continuos

### **Recorrido**

Marcada desviación  
Desviación leve/moderada o utiliza ayudas para caminar  
Recto sin utilizar ayudas para la marcha

### **Tronco**

Marcado balanceo o utiliza ayudas para la marcha  
Sin balanceo de tronco pero con flexión de rodillas o espalda, abre los brazos  
Sin balanceo, ni flexión de tronco, no usa los brazos ni ayudas para la marcha.

### **Postura en la marcha**

Los talones separados mayor de 10,2 cm  
Los talones casi juntos al caminar de 10,2 cm

### **5. Brunel Balance Assessment (BBA)**

La BBA descrita por Tyson (2004) (455) es una escala basada en la correcta ejecución de una serie de pruebas funcionales, de forma jerárquica, que van desde el equilibrio en sedestación, a tareas más avanzadas como dar pasos en bipedestación. Otorga un punto a cada uno de los 12 ítems. Es una escala ordinal, válida y fiable como medida de evaluación del equilibrio en los pacientes postictus (629).

Existen tres secciones de valoración: sedestación, bipedestación y dar pasos (marcha). Cada sección se puede utilizar en solitario o juntas. Las secciones están divididas en varios niveles, cada uno va aumentando la dificultad, que va desde el equilibrio asistido a desplazamientos y cambios de la base de apoyo.

En cada nivel el paciente recibe una puntuación por sus esfuerzos. Esto da una indicación de si el paciente está mejorando dentro de un nivel, incluso si él / ella no es capaz de avanzar al siguiente nivel. La calificación también refleja lo bien que el individuo está funcionando dentro de esa sección.

El paciente realiza cada prueba a su vez hasta que llega a un nivel que es el límite de sus habilidades. Como los puntos de la escala son jerárquicos las pruebas pueden empezar a un nivel que sea razonable para el sujeto.

Para cada prueba hay un nivel mínimo de rendimiento requerido para el paciente a "pasar" en ese nivel. Si el paciente ha sido incapaz de lograr este nivel mínimo después de tres intentos debe finalizar la prueba.

Cuando el paciente es incapaz de avanzar al siguiente nivel, la puntuación dentro de la escala puede ser utilizada como una medida del rendimiento del paciente.

Level		Score Attempt number:			Pass (Y/N)	Pass criteria (after up to 3 attempts)
		1	2	3		
1	Supported Sitting - Timed test					Sit supported for 30s
2	Static sitting - Sitting arm raise test					3 or more arm lifts in 15s
3	Dynamic sitting - Sitting forward reach test					Reach forward more than 7cm (average of 2 readings)
4	Supported standing - Timed test					Stand supported for 30s
5	Static standing balance - Standing arm raise test					3 or more arm lifts in 15s
6	Dynamic standing - Standing forward reach test					Reach forward more than 5cm (average of 2 readings)
7	Static double stance - Timed step standing test					Static step standing for 30s
8	Supported single stance - walking <u>with</u> an aid					Walk 5m within 1min (average of 2 readings)
9	Dynamic double stance - Weight shift test					3 or more shifts within 15s
10	Changing base of support - walking <u>without</u> an aid					Walk 5m within 1min (average of 2 readings)
11	Dynamic single stance - Tap test					2 or more taps within 15s
12	Changing the base of support - Step-up test					1 or more step-up(s) within 15s

Use "S" to denote that support/assistance was required from the tester

## **6. Mini mental state examination (MMSE)**

El MMSE (630) es uno de los test más usados para el rastreo inicial de alteraciones cognitivas. Se trata de un test de cribaje de demencias útil también en el seguimiento evolutivo de las mismas.

Existen dos versiones, de 30 y de 35 puntos respectivamente, siendo la de 30 puntos un instrumento más útil para comparaciones internacionales. Diseñado por Folstein y McHung (1975) con la idea de proporcionar un análisis breve y estandarizado del estado mental que sirviera para diferenciar en pacientes psiquiátricos los trastornos funcionales orgánicos.

Hoy en día se utiliza sobre todo para detectar y evaluar la progresión del trastorno cognitivo asociado a enfermedades neurodegenerativas como la de tipo Alzheimer. Se trata de una sencilla escala estructurada que no requiere más de 5–10 minutos para su administración.

Sus ítems exploran 5 áreas cognitivas: orientación, fijación, concentración y cálculo, memoria y lenguaje

### **INSTRUCCIONES GENERALES:**

Invitar al entrevistado a colaborar. No corregir nunca al paciente aunque se equivoque. Contabilizar los puntos correctos de cada uno de los 5 ítems del test.

Orientación: No se permite la Comunidad Autónoma como respuesta correcta para la provincia ni para nación o país (excepto en las comunidades históricas).

Fijación. Repetir claramente cada palabra en un segundo. Le damos tantos puntos como palabras repita correctamente al primer intento. Hacer hincapié en que las recuerde ya que más tarde se le volverán a preguntar. Asegurarse de que el paciente repita las tres palabras correctamente hasta que las aprenda. Están permitidos seis intentos para que las repita correctamente.

Concentración y cálculo: Sustracción de 3 en 3. Si no le entiende se puede reformular la pregunta. Si tiene 30 pesetas y me da tres ¿cuántas le quedan? y seguir pero sin repetir cifra que dé el paciente. Se dará un punto por cada sustracción correcta.

Repetir los dígitos 5 – 9 – 2 lentamente: 1 segundo cada uno, hasta que los aprenda, se le da 1 punto por cada dígito que coloque en posición inversa correcta.

Memoria: Dar un amplio margen de tiempo para que pueda recordar sin ayudarlo. 1 punto por cada palabra recordada sin tener en cuenta el orden.

Lenguaje y construcción: El entrevistador ha de leer la frase poco a poco y correctamente articulada, un error en la letra, es 0 puntos en el ítem:

-Semejanzas: En las semejanzas perro-gato las respuestas correctas son animales de “x” características. Órdenes verbales, si el paciente coge el papel con la mano izquierda, se valorará como error, si lo dobla más de dos veces es otro error.

-Lectura, escritura y dibujo: Si utiliza gafas se solicita que se las ponga.- Frase: Advertir que no se considerará correcta si escribe su nombre. Si es necesario se le puede poner un ejemplo, pero insistiendo en que ha de escribir algo diferente. Debe construir una frase con sujeto, verbo y complemento para valorarla con un punto.

-Figura. Cada pentágono ha de tener exactamente 5 lados y 5 ángulos y debe entrelazarse en dos puntos de contacto.

### **PUNTUACIÓN:**

La puntuación total máxima es de 30 puntos. Se considera que hay deterioro cognitivo si la puntuación es < 23 puntos.

Excluimos las preguntas que hayan sido eliminadas, básicamente por analfabetismo o por imposibilidad física de cumplir un ítem (ej.: ceguera). Entonces calculamos la puntuación total corregida: la obtenida por regla de tres después de corregir la puntuación total.

## MINI MENTAL STATE EXAMINATION (MMSE)

*Basado en Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979)*

Nombre: \_\_\_\_\_ Varón [ ] Mujer [ ]  
 Fecha: \_\_\_\_\_ F. nacimiento: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Estudios/Profesión: \_\_\_\_\_ N. H<sup>o</sup>: \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

¿En qué año estamos? 0-1 ¿En qué estación? 0-1 ¿En qué día (fecha)? 0-1 ¿En qué mes? 0-1 ¿En qué día de la semana? 0-1		<b>ORIENTACIÓN TEMPORAL (Máx.5)</b>	
¿En qué hospital (o lugar) estamos? 0-1 ¿En qué piso (o planta, sala, servicio)? 0-1 ¿En qué pueblo (ciudad)? 0-1 ¿En qué provincia estamos? 0-1 ¿En qué país (o nación, autonomía)? 0-1		<b>ORIENTACIÓN ESPACIAL (Máx.5)</b>	
Nombre tres palabras Peseta-Caballo-Manzana (o Balón-Bandera-Árbol) a razón de 1 por segundo. Luego se pide al paciente que las repita. Esta primera repetición otorga la puntuación. Otorgue 1 punto por cada palabra correcta, pero continúe diciéndolas hasta que el sujeto repita las 3, hasta un máximo de 6 veces. Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1 (Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)		<b>Nº de repeticiones necesarias FIJACIÓN-Recuerdo Inmediato (Máx.3)</b>	
Si tiene 30 pesetas y me va dando de tres en tres, ¿Cuántas le van quedando?. Detenga la prueba tras 5 sustracciones. Si el sujeto no puede realizar esta prueba, pídale que deletree la palabra MUNDO al revés. 30 0-1 27 0-1 24 0-1 21 0-1 18 0-1 (O 0-1 D 0-1 N 0-1 U 0-1 M 0-1)		<b>ATENCIÓN- CÁLCULO (Máx.5)</b>	
Preguntar por las tres palabras mencionadas anteriormente. Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1 (Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)		<b>RECUERDO diferido (Máx.3)</b>	
<i>.DENOMINACIÓN.</i> Mostrarle un lápiz o un bolígrafo y preguntar ¿qué es esto?. Hacer lo mismo con un reloj de pulsera. Lápiz 0-1 Reloj 0-1 <i>.REPETICIÓN.</i> Pedirle que repita la frase: "ni sí, ni no, ni pero" (o "En un trigal había 5 perros") 0-1 <i>.ÓRDENES.</i> Pedirle que siga la orden: "coja un papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad, y póngalo en el suelo". Coje con mano d. 0-1 dobla por mitad 0-1 pone en suelo 0-1 <i>.LECTURA.</i> Escriba legiblemente en un papel "Cierre los ojos". Pídale que lo lea y haga lo que dice la frase 0-1 <i>.ESCRITURA.</i> Que escriba una frase (con sujeto y predicado) 0-1 <i>.COPIA.</i> Dibuje 2 pentágonos interseccionados y pida al sujeto que los copie tal cual. Para otorgar un punto deben estar presentes los 10 ángulos y la intersección. 0-1		<b>LENGUAJE (Máx.9)</b>	
Puntuaciones de referencia 27 ó más: normal 24 ó menos: sospecha patológica 12-24: deterioro 9-12: demencia		<b>Puntuación Total (Máx.: 30 puntos)</b>	

## **7. La *National Institutes of Health (NIHSS)* version Española**

En los últimos años la escala de ictus del NIH se ha convertido en la escala más utilizada para valorar el estado neurológico inicial y final de los pacientes neurovasculares que reciben medicaciones experimentales. Es válida y fiable y tiene una buena correlación con el tamaño del infarto en la tomografía computerizada.

Permite categorizar la gravedad neurológica del paciente en varios grupos. Una función normal sin déficit se puntúa como 0 y un ictus grave la puntuación supera los 20 puntos (1: déficit mínimo; > 1-5: déficit ligero; > 5-15: déficit moderado; > 15-20: déficit importante y > 20: déficit grave).

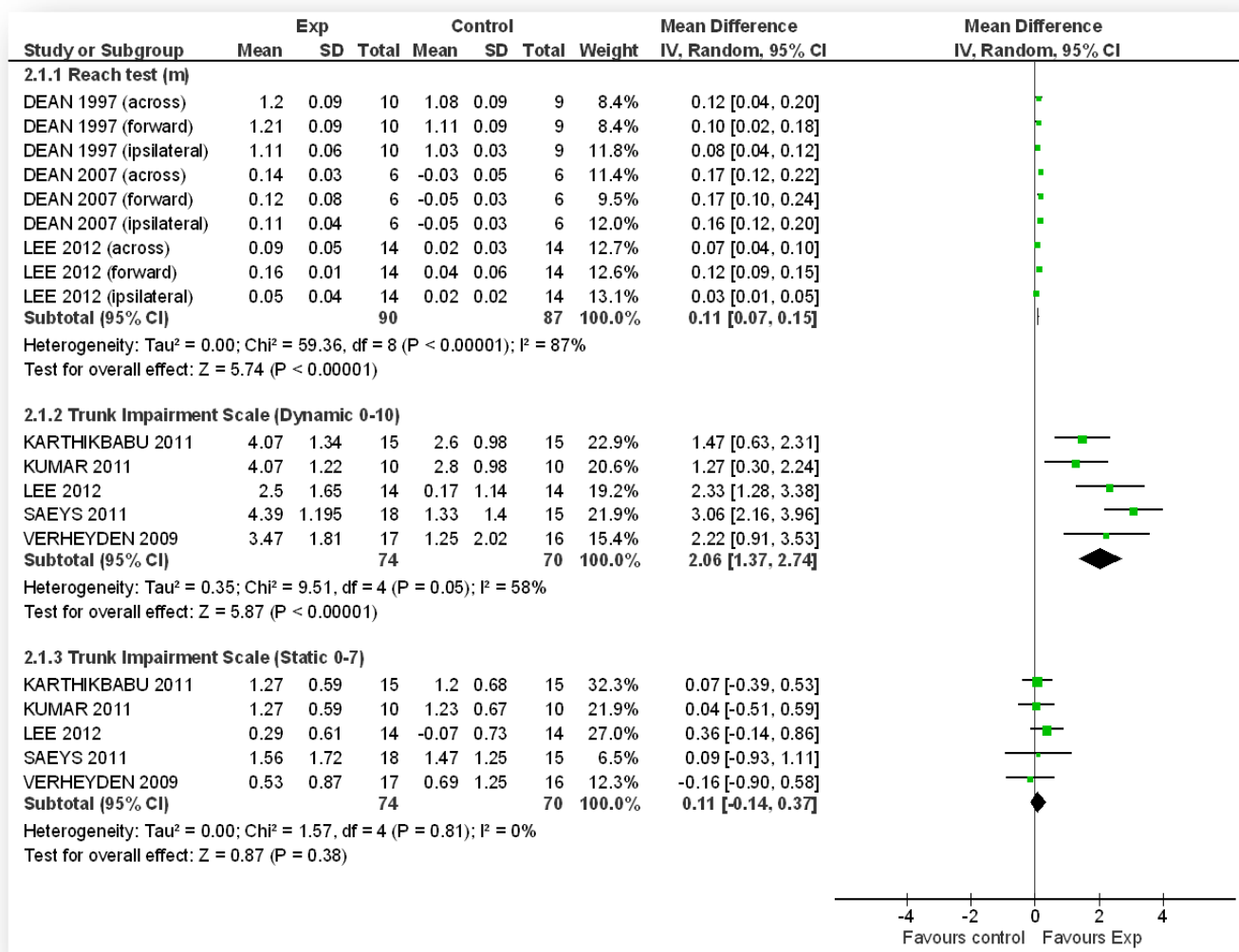
<b>1a. Nivel de conciencia</b>	Alerta Somnolencia Obnubilación Coma
<b>1b. Nivel de conciencia Preguntas verbales</b> ¿En qué mes vivimos? ¿Qué edad tiene?	Ambas respuestas son correctas Una respuesta correcta Ninguna respuesta correcta
<b>1c. Nivel de conciencia. Órdenes motoras</b> 1. Cierre los ojos, después ábralos. 2. Cierre la mano, después ábrala.	Ambas respuestas son correctas Una respuesta correcta Ninguna respuesta correcta
<b>2. Mirada conjugada</b> (voluntariamente o reflejos óculocefálicos, no permitidos óculovestibulares) Si lesión de un nervio periférico: 1 punto.	Normal Paresia parcial de la mirada Paresia total o desviación forzada
<b>3. Campos visuales (confrontación)</b> Si ceguera bilateral de cualquier causa: 3 puntos. Si extinción visual: 1 puntos	Normal Hemianopsia parcial Hemianopsia completa Ceguera bilateral
<b>4. Paresia facial</b>	Normal. Paresia leve (asimetría al sonreír.) Parálisis total de músc. facial inferior Parálisis total de músc facial superior e inferior.
<b>5. Paresia de extremidades superiores (ES)</b> Se explora 1º la ES no parética Debe levantar el brazo extendido a 45º (decúbito) ó a 90º (sentado). No se evalúa la fuerza distal Se puntúa cada lado por separado. El 9 no se contabiliza en el cómputo global.	Mantiene la posición 10". Claudica en menos de 10" sin llegar a tocar la cama. Claudica y toca la cama en menos de 10". Hay movimiento pero no vence gravedad. Parálisis completa.. Extremidad amputada o inmovilizada
<b>6. Paresia de extremidades inferiores (EI)</b> Se explora 1º la EI no patética. Debe levantar la pierna extendida y mantener a 30º. Se puntúa cada lado por separado. El 9 no se contabiliza en el cómputo global.	Mantiene la posición 5". Claudica en menos de 5" sin llegar a tocar la cama. Claudica y toca la cama en menos de 5". Hay movimiento pero no vence gravedad. Parálisis completa. Extremidad amputada o inmovilizada.
<b>7. Ataxia de las extremidades.</b> Dedo-nariz y talón-rodilla. Si déficit motor que impida medir disimetría: 0 pt.	Normal. Ataxia en una extremidad. Ataxia en dos extremidades.



<b>8. Sensibilidad.</b> Si obnubilado evaluar la retirada al estímulo doloroso. Si déficit bilateral o coma: 2 puntos.	Normal Leve o moderada hipoestesia. Anestesia.
<b>9. Lenguaje.</b> Si coma: 3 puntos. Si intubación o anartria: explorar por escritura.	Normal. Afasia leve o moderada. Afasia grave, no posible entenderse. Afasia global o en coma
<b>10. Disartria.</b> Si afasia: 3 puntos	Normal. Leve, se le puede entender. Grave, ininteligible o anartria. Intubado. No puntúa.
<b>11. Extinción-Negligencia-Inatención.</b> Si coma: 2 puntos.	Normal. Inatención/extinción en una modalidad Inatención/extinción en más de una modalidad.
<b>TOTAL</b>	

## Anexo 5. Metanálisis de la revisión sistemática (publicación 1).

Equilibrio dinámico y estático en sedestación evaluado con el *Reach test* modificado y la TIS, se puede observar que en la escala TIS equilibrio dinámico existen diferencias estadísticamente significativas en los demás no.



**Anexo 6. Aceptación publicación 3**

Ref.: strokerehab-D-14-00135R2

Validation of the Spanish version of the Trunk Impairment Scale Version 2.0 (TIS 2.0) to assess dynamic sitting balance and coordination in post-stroke adult patients

Topics in Stroke Rehabilitation

Dear Mrs Cabanas-Valdés

I am pleased to inform you that the reviews of your submitted article have been very positive and they recommend accepting the manuscript without change. I am delighted to accept it for publication in *Topics in Stroke Rehabilitation*. It was accepted on 09 Mar 2015.