
Tesis doctoral

Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano.

Jorge Gascón García



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la licència [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia [Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

This doctoral thesis is licensed under the [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



TESIS DOCTORAL

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Fisioterapia

Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano

Doctorando:

JORGE GASCÓN GARCÍA

Directora:

Dra. Caritat Bagur Calafat

Universitat Internacional de Catalunya (UIC Barcelona)

Barcelona, 2021.

AGRADECIMIENTOS:

Si algo he aprendido durante el tiempo dedicado en este proyecto es la necesidad del trabajo en equipo. Tanto en el ámbito profesional como personal necesitamos ayuda y colaboración. Por ello quiero agradecer a todas aquellas personas que en algún momento me han ayudado de una forma u otra. El camino ha sido largo, por lo que sós muchos a los que os tengo que agradecer vuestra ayuda.

En primer lugar a la Dra. Caritat Bagur, no sólo por su papel como directora de tesis, sino también por estar presente siempre, desde el inicio al final. Sus consejos, supervisión y, sobretodo paciencia, han sido un punto de apoyo vital para poder continuar en los momentos más complicados. Y, en esta misma línea, gracias también a la Dra. Montserrat Girabent, que aunque las circunstancias obligaron a interrumpir su colaboración a mitad de proyecto, su aportación inicial ha continuado estando presente en todo momento.

A mis compañeros del grupo de trabajo en Dolor Miofascial de la UIC, Paco y Miguel Ángel. Todo empezó con proyectos, trabajo e ilusiones compartidas. Todo lo mío es también vuestro.

A los grandes profesionales del Hospital de Bellvitge que han participado en el estudio final. En especial a la Dra. Sílvia López y el Dr. Alberto Martínez, del departamento de Traumatología, y al Dr. Raúl Domínguez y la Dra. Mónica Povedano, del departamento de Neurofisiología. Su interés e implicación en el proyecto ha sido crucial para poder llevarlo a término.

Al Dr. Ramón Bàlius, por prestar su incomparable experiencia y conocimiento. Un ejemplo de que la persona se antepone a la figura.

A Cristian Tebe y Esther García, de la unidad de Bioestadística de Idibell, por su paciencia infinita.

Y por último, pero no menos importante, gracias a mi familia. A mi mujer, Noe, por su apoyo constante; su aliento ha sido el viento que me ha impulsado para continuar en este viaje. Y a mis hijos, Martí y Alba, que aún con miradas de perplejidad

nunca me han reprochado el tiempo que les he robado y que nunca podremos recuperar.

¡Gracias a todos!

RESUMEN:

Históricamente la punción seca (PS) se ha enfocado en el tratamiento del músculo, principalmente a nivel de los puntos gatillos miofasciales, dejando de lado su potencial de acción sobre la fascia, el otro componente de la misma unidad funcional. Con el objetivo de aportar evidencia sobre la acción terapéutica de la PS en este tejido, la presente tesis doctoral ha escogido el estudio de su aplicación sobre un cuadro clínico concreto y muy frecuente como es el síndrome del túnel carpiano (STC), en el que la principal causa etiopatológica radica en una estructura conjuntivo-fascial como es el ligamento transversal del carpo (LTC). Para ello se ha desarrollado un modelo de abordaje original que se ha denominado "*punción seca tetrapolar carpiana*" (PSTC), manipulando las agujas colocadas en forma de giro unidireccional, según lo que se ha descrito como "*técnica de enrollamiento fascial*" (TEF).

Dada la naturaleza original de esta intervención, se hizo necesario dividir el desarrollo de la tesis en dos fases. En la primera se desarrolló la aplicación práctica del modelo teórico propuesto inicialmente. Con este fin, se llevó a cabo un estudio de validación de la técnica mediante ecografía, en una muestra de 18 voluntarios sanos con características antropométricas distintas. Los resultados mostraron unos porcentajes elevados tanto de alcance como de tracción del LTC por parte de las agujas colocadas. En consecuencia, y en base a los buenos resultados obtenidos en este primer estudio, se justificó el desarrollo en una segunda fase de un ensayo clínico aleatorizado. El objetivo principal de este segundo estudio fue demostrar la eficacia clínica de la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC en pacientes diagnosticados de STC leve o moderado, y en situación de lista de espera para cirugía a este nivel. El seguimiento de todos los pacientes fue de 12 semanas, en las que el tratamiento de PS se aplicó al grupo intervención durante las 6 primeras, en razón de 1 sesión a la semana, mientras que los pacientes del grupo control continuaron en el transcurso normal de la lista de espera quirúrgica.

Transcurridas las 12 semanas, en el 78% de los pacientes tratados con PS no se consideró necesaria la realización de cirugía, reduciendo así mismo, en un 62%, la necesidad de la misma en relación al grupo control. El resultado final de esta variable

principal se basó en otras mejoras obtenidas de tipo clínico, y estadísticamente significativas, como la disminución de la intensidad de los síntomas y el aumento de la capacidad funcional y calidad de vida. Por último, la PS se mostró igual de segura y sin efectos adversos de interés, tanto al aplicarla en un primer momento en una población sana, como posteriormente en otra formada por pacientes con STC leve o moderado.

En base los resultados obtenidos en estos dos estudios, se puede concluir que la aplicación de PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC mejora la clínica y funcionalidad de la mano en pacientes con STC leve o moderado a las 12 semanas, reduciendo el porcentaje de necesidad de cirugía a este nivel de forma significativa, y sin presentar efectos adversos o no deseados de importancia.

ABSTRACT:

Throughout its history, dry needling (DN) has focused on the treatment of muscle, specially on myofascial trigger points, leaving aside its action on the fascia, the other component of the same functional unit. In order to provide evidence of the therapeutic action of DN on this tissue, this doctoral thesis has chosen the study of its application on a specific and very frequent pathology such as carpal tunnel syndrome (CTS), in which the main etiopathological cause lies in a connective-fascial structure as the transverse carpal ligament (TCL). For this purpose, an original approach model has been developed that which been called “four-pole carpal dry needling” (FCDN), manipulating the needles placed in the form of a unidirectional rotation, according to what has been described as the “fascial winding technique” (FWT).

Given the original nature of this intervention, it became necessary to divide the development of the thesis into two phases. In the first one, the practical application of the initially proposed theoretical model was developed.

To this end, a validation study of the technique using ultrasound was carried in a sample of 18 healthy volunteers with different anthropometric characteristics. The results showed high percentages of both TCL range and traction by the placed needles. Consequently, and based on the good results obtained in this first study, the development of a second phase of a randomized clinical trial was warranted. The main objective of this second study was to demonstrate the clinical efficacy of DN with FWT following the FCDN model in patients diagnosed with mild or moderate CTS, and on the waiting list for surgery at this level. The follow-up of all the patients was 12 weeks, in which the DN treatment was applied to the intervention group during the first 6 weeks, at the rate of 1 session per week, while the patients in the control group continued in the normal course of the waiting list.

After 12 weeks, in 78% of the patients treated with DN, surgery was not considered necessary, reducing the need for it by 62% in relation to the control group. The final result of this main variable was based on other improvements obtained of a clinical nature, and statistically significant, such as a decrease in the intensity of symptoms and an increase in functional capacity and quality of life. Finally, DN was

shown to be just as safe and without significant adverse effects, both when applied initially in a healthy population, and later in another formed up of patients with mild or moderate CTS.

Based on the results obtained in these two studies, it can be concluded that the application of DN with FWT following the model of FCDN in patients with mild or moderate CTS improves the clinic and functionality of the hand in these patients, significantly reducing the percentage of need for surgery at this level, and without presenting significant adverse or unwanted effects.

PRÓLOGO:

Como en tantas otras ocasiones en la vida, circunstancias no planteadas inicialmente son las que llevan al inicio y culminación de un proyecto. La búsqueda de respuestas a la curiosidad intelectual de plantear un modelo de tratamiento con punción seca en la patología del síndrome del túnel carpiano fue el motor de arranque que inició este proyecto. Las preguntas fueron simples: ¿se puede ayudar a estos pacientes con la aplicación de agujas de punción seca? En caso afirmativo, ¿cómo proceder entonces?

El planteamiento teórico inicial fue ganando peso a medida que se desarrollaron las diferentes fases de esta tesis. Finalmente, a día de hoy podemos decir que esta primera idea teórica y abstracta se ha transformado en una realidad palpable, mostrándose como una posibilidad de tratamiento eficaz en este cuadro clínico. De esta forma, la aplicación de la punción seca en el síndrome del túnel carpiano, más aún si se combina con otras técnicas de tratamiento conservador que también se han mostrado eficaces, puede ayudar a evitar el tratamiento quirúrgico, con las consecuencias y riesgos asociados que se pueden derivar.

Dentro de un espectro más amplio, este trabajo refuerza la aplicación y potencial de acción de la punción seca en el tejido conjuntivo-fascial. Esperamos que sirva de ejemplo para impulsar con fuerza este campo poco desarrollado de una técnica terapéutica tan potente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

AGRADECIMIENTOS:	3
RESUMEN:	5
PRÓLOGO:	9
ÍNDICE DE CONTENIDOS:	11
ÍNDICE DE FIGURAS:	17
ÍNDICE DE TABLAS:	21
ABREVIATURAS:	23
1. INTRODUCCIÓN.	27
1.1. PUNCIÓN SECA.	27
1.1.1. Orígenes y evolución de la punción seca.	27
1.1.2. Definición, competencias y marco legal de la punción seca.	30
1.1.3. Acción de la punción seca sobre el tejido miofascial.	32
1.1.3.1. Punción seca y puntos gatillo miofasciales.	32
1.1.3.1.1. Técnicas de punción seca en los puntos gatillo miofasciales.....	37
1.1.3.1.2. Acción de la punción seca sobre los puntos gatillo miofasciales.	40
1.1.3.2. Punción seca en el tejido conjuntivo.	46
1.1.3.2.1. Técnicas de punción seca en el tejido conjuntivo.....	47
1.1.3.2.2. Mecanismos de acción de la punción seca en el tejido conjuntivo.	50
1.1.4. Tipos de aguja utilizadas en punción seca.	57
1.2. SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.	61
1.2.1. Definición y prevalencia.	61
1.2.2. Anatomía del túnel carpiano.	62
1.2.2.1. Contorno del túnel carpiano.	62
1.2.2.1.1. Surco carpiano.	64
1.2.2.1.2. Techo del túnel carpiano: ligamento transversal del carpo.	65
1.2.2.2. Contenido del túnel carpiano.....	70
1.2.2.2.1. Nervio Mediano.	71
1.2.2.3. Variantes anatómicas.....	76
1.2.2.3.1. Variantes del Nervio Mediano.	76
1.2.2.3.2. Variante intratúnel carpiano del Nervio Cubital.	83
1.2.2.3.3. Variantes músculo-tendinosas.....	83
1.2.3. Biomecánica del túnel carpiano.	85

1.2.3.1.	Ligamentos intercarpianos.....	85
1.2.3.2.	Ligamento transverso del carpo.....	86
1.2.3.3.	Adaptación de la forma del continente.	87
1.2.3.4.	Tejido conectivo subsinovial.	91
1.2.3.5.	Desplazamiento del nervio mediano.	95
1.2.4.	Etiopatogenia del síndrome del túnel carpiano.	100
1.2.4.1.	Aumento de la presión intratúnel y maladaptación de la forma del continente.	100
1.2.4.2.	Compresión mecánica e isquemia nerviosa. Importancia del tejido sinovial.	103
1.2.4.3.	Restricción del deslizamiento del nervio mediano.	106
1.2.4.4.	Teoría del “ <i>doble aplastamiento</i> ” o “ <i>neuropatía multifocal</i> ”.....	107
1.2.4.5.	Círculo vicioso en la patofisiología del STC.	110
1.2.4.6.	Variantes anatómicas como factor favorecedor del STC.	111
1.2.4.6.1.	Nervio Mediano Bífido.	112
1.2.4.6.2.	Variante intratúnel carpiano del Nervio Cubital.	112
1.2.4.6.3.	Rama Motora Tenar.....	112
1.2.4.6.4.	Rama cutánea palmar del Nervio Mediano.	113
1.2.4.6.5.	Variantes músculo-tendinosas.....	113
1.2.5.	Diagnóstico del síndrome del túnel carpiano.....	115
1.2.5.1.	Anamnesis y presentación clínica. Dolor y parestesias.....	115
1.2.5.1.1.	Medición del nivel de intensidad del dolor: escala numérica.	118
1.2.5.2.	Exploración física.....	119
1.2.5.2.1.	Observación.	119
1.2.5.2.2.	Signos físicos, maniobras y test diagnósticos.	119
1.2.5.2.3.	Dinamometrías: valoración de la fuerza de la mano.	125
1.2.5.3.	Pruebas complementarias.	128
1.2.5.3.1.	Estudios de conducción nerviosa de la mano.	128
1.2.5.3.2.	Resonancia magnética.	130
1.2.5.3.3.	Ecografía.	130
1.2.5.3.4.	Escala de diagnóstico clínico – cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano.	132
1.2.6.	Clasificación del síndrome del túnel carpiano.....	134
1.2.7.	Tratamiento del síndrome del túnel carpiano.	136
1.2.7.1.	Cirugía.	137
1.2.7.1.1.	Cirugía por liberación del túnel carpiano.....	137
1.2.7.1.2.	Efectos de la cirugía por liberación del túnel carpiano.....	138

1.2.7.1.3.	Complicaciones de la cirugía por liberación del túnel carpiano.	142
1.2.7.1.4.	Otras opciones quirúrgicas.	146
1.2.7.2.	Tratamiento conservador.	147
1.2.7.2.1.	Tratamiento médico.	148
1.2.7.2.2.	Tratamiento de Fisioterapia.....	150
2.	JUSTIFICACIÓN.	167
3.	HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.	171
4.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO.	175
5.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	179
5.1.	PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.	180
5.1.1.	Tipo de diseño.	180
5.1.2.	Población de estudio.	180
5.1.2.1.	Criterios de exclusión.	180
5.1.2.2.	Selección y tamaño de la muestra.	181
5.1.3.	Descripción del procedimiento y/o intervención.	181
5.1.4.	Material.	183
5.1.5.	Definición y medición de las variables de estudio.	184
5.1.5.1.	Características basales.	184
5.1.5.2.	Variables principales.	184
5.1.6.	Análisis estadístico.	185
5.1.7.	Consideraciones éticas.	185
5.2.	SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.....	186
5.2.1.	Tipo de diseño.	186
5.2.2.	Población de estudio.	186
5.2.2.1.	Criterios de exclusión.	187
5.2.2.2.	Selección y tamaño de la muestra.	188
5.2.2.3.	Tipo de muestreo y asignación a los grupos.	188
5.2.3.	Descripción del procedimiento y/o intervención.	188
5.2.4.	Material.	189
5.2.5.	Definición y medición de las variables de estudio.	190
5.2.5.1.	Características basales.	190
5.2.5.2.	Necesidad de cirugía para el STC.	190
5.2.5.3.	Nivel de afectación del nervio mediano – estudio electromiográfico.	191

5.2.5.4. Exploración física.....	194
5.2.5.5. Exploración ecográfica.....	195
5.2.5.5.1. Área transversal del nervio mediano en la entrada del túnel carpiano (AT-M). .	196
5.2.5.5.2. Relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y en el antebrazo (MA-R).....	196
5.2.5.6. Intensidad de dolor.....	197
5.2.5.7. Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida – cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano.....	197
5.2.5.8. Fuerza muscular de la prensión manual y del pellizco palmar digital.....	198
5.2.5.8.1. Dinamometría de la prensión manual.....	198
5.2.5.8.2. Dinamometría del pellico digital palmar.....	199
5.2.5.9. Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC.....	201
5.2.5.10. Efectos adversos o no deseados.....	201
5.2.5.11. Toma de medicación.....	202
5.2.5.12. Uso de férula nocturna.....	202
5.2.6. Procedimiento en la recogida de datos.....	202
5.2.7. Análisis estadístico.....	206
5.2.8. Consideraciones éticas.....	207
6. RESULTADOS.....	211
6.1. RESULTADOS DE LA PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.....	211
6.1.1. Descripción de la muestra.....	211
6.1.2. Distancia de la punta de la aguja al LTC.....	213
6.1.3. Tracción-estiramiento del LTC.....	213
6.1.4. Distancia de la punta de la aguja al nervio mediano.....	213
6.1.5. Distancia de la punta de la aguja al LTC.....	213
6.1.6. Intensidad del dolor producido por la introducción y manipulación de las agujas.....	215
6.1.7. Aparición de hematomas u otras complicaciones.....	215
6.2. RESULTADOS DE LA SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.....	217
6.2.1. Descripción de la muestra.....	217
6.2.2. Necesidad de cirugía.....	224
6.2.3. Nivel de afectación del nervio mediano – estudio electromiográfico.....	228
6.2.3.1. Amplitud de los potenciales de acción nervioso sensitivo.....	231
6.2.3.2. Media de la velocidad de conducción de los potenciales de acción nervioso sensitivo.....	234

6.2.3.3.	Duración de los potenciales de acción nervioso sensitivo.	236
6.2.3.4.	Amplitud y latencia de los potenciales de acción muscular compuesto (<i>CMAP</i>).....	238
6.2.4.	Exploración física.	240
6.2.4.1.	Diagnóstico clínico.	240
6.2.4.2.	Presencia de dolor en la mano.....	242
6.2.4.3.	Presencia de parestesias en la mano.	244
6.2.4.4.	Sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.	246
6.2.4.5.	Test de Phalen.....	248
6.2.4.6.	Test de Tinel.	250
6.2.4.7.	Test de compresión del nervio mediano.....	252
6.2.4.8.	Signo de Flick.....	254
6.2.5.	Exploración ecográfica.	256
6.2.5.1.	Área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano (AT-M).	256
6.2.5.2.	Relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y en el antebrazo (MA-R).	258
6.2.6.	Intensidad de dolor.	260
6.2.7.	Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida.	267
6.2.8.	Fuerza muscular de la presión manual y del pellizco palmar digital.	272
6.2.8.1.	Dinamometría de la presión manual.	272
6.2.8.2.	Dinamometría del pellizco palmar digital.	275
6.2.9.	Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC.	278
6.2.10.	Efectos adversos o no deseados.	281
7.	DISCUSIÓN.	285
7.1.	VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.	285
7.1.1.	Población de estudio.....	290
7.1.2.	Alcance y acción de las agujas sobre el ligamento transversal del carpo.	291
7.1.3.	Riesgos asociados y/ o efectos no deseados.....	292
7.2.	EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.	295
7.2.1.	Población de estudio.....	295
7.2.2.	Necesidad de cirugía y variables clínicas.....	297
7.2.3.	Pruebas complementarias: electromiografía y ecografía.	307
7.2.4.	Riesgos asociados y/ o efectos no deseados de la intervención.....	310
8.	CONCLUSIONES.	319

8.1.	VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”	319
8.2.	EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.	319
9.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.	315
9.1.	LIMITACIONES DE LA PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”	315
9.2.	LIMITACIONES DE LA SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.	316
10.	PROPUESTAS Y LÍNEAS DE FUTURO.	323
11.	BIBLIOGRAFÍA.	329
12.	ANEXOS.	349
	Anexo 1: Cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) – Auto-cuestionario administrado para evaluar la severidad de los síntomas y situación funcional en el síndrome del túnel carpiano en los pacientes que participaron el ECA.	349
	Anexo 2: “ <i>Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound</i> ”, artículo publicado por la revista <i>Journal of Bodywork & Movement Therapies</i> en el volumen 22 del año 2018.	351
	Anexo 3: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – “ <i>Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound</i> ”	352
	Anexo 4: Dictamen favorable del Comité d’Ética d’Investigacions Clínicas de l’Administració Esportiva de Catalunya – “ <i>Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound</i> ”.	356
	Anexo 5: Dictamen favorable del CER de la Universitat Internacional de Catalunya.	357
	Anexo 6: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – “ <i>Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano</i> ”.	358
	Anexo 7: Dictamen favorable del Comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital – “ <i>Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano</i> ”.	365
	Anexo 8: Resultados según modelo de análisis estadístico <i>por protocolo</i> del ECA realizado en la segunda fase de la tesis – “ <i>Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano</i> ”.	367

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Punto gatillo miofascial (PGM).	33
Figura 2. Hipótesis de la crisis energética.	35
Figura 3. Hipótesis integrada.....	37
Figura 4. Punta de una aguja de punción seca.	44
Figura 5. Técnica de punción seca "cicatricial".....	49
Figura 6. Sistema inhibitorio descendente del dolor.	51
Figura 7. Fenómeno de "needle grasp" o "agarre de la aguja" (I).	52
Figura 8. Fenómeno de "needle grasp" o "agarre de la aguja" (II).	53
Figura 9. Fenómeno de "needle grasp" o "agarre de la aguja" (III).	53
Figura 10. Imagen "en tienda de campaña".....	54
Figura 11. Fenómeno de " <i>mecanotransducción</i> ".	55
Figura 12. Aguja tipo. Partes, características y ejemplos.	58
Figura 13. Aguja de punción seca (PS).....	59
Figura 14. Vista microscópica de diferentes tipos de aguja.	60
Figura 15. Anatomía del túnel carpiano - continente y contenido.....	63
Figura 16. Túnel carpiano - forma de "reloj de arena".....	64
Figura 17. Estructuras fasciales de la región ventral del carpo.	67
Figura 18. Diferenciación entre retináculo flexor y ligamento transversal del carpo.	67
Figura 19. Análisis histológico del retináculo flexor y ligamento transversal del carpo.	68
Figura 20. Ligamento transversal del carpo - inserciones.....	69
Figura 21. Ligamento transversal del carpo - dirección de los diferentes tipos de fibras.....	70
Figura 22. Ligamento transversal del carpo (TCL) - Inserciones musculares.	70
Figura 23. Nervio mediano - Trayecto y relaciones en el plano superficial de la región del codo.....	72
Figura 24. Nervio mediano - Trayecto y relaciones en el plano superficial de la región del antebrazo....	72
Figura 25. Nervio mediano - Relación miofascial.	73
Figura 26. Nervio mediano – divisiones en muñeca y mano (I).	74
Figura 27. Posición y trayecto del nervio mediano a su paso por el túnel carpiano.....	74
Figura 28. Nervio mediano – divisiones en muñeca y mano (II).	75
Figura 29. Nervio mediano bífido.....	77
Figura 30. Variantes anatómicas del nervio mediano (NM) en la muñeca - Clasificación de Lanz.	79
Figura 31. Tipos de anastomosis entre los nervios mediano y cubital en antebrazo y mano:.....	82
Figura 32. Ancho del arco carpiano.....	88
Figura 33. Modelo geométrico plano de los huesos del carpo a nivel distal del túnel carpiano (TC).	89
Figura 34. Adaptación de la forma del contenido del túnel carpiano respecto al aumento del volumen de su continente.....	90
Figura 35. Tejido conectivo subsinovial - disección anatómica de la muñeca izquierda de un cadáver...92	

Figura 36. Tejido conectivo subsinovial (SSCT) - Representación esquemática del reclutamiento secuencial de capas de este tejido durante el desplazamiento del tendón.	93
Figura 37. Tejido conectivo subsinovial (SSCT) - Representación esquemática del ciclo autosostenible propuesto para la lesión de este tejido.	93
Figura 38. Desplazamiento transversal del nervio mediano en el túnel carpiano (I).	97
Figura 39. Desplazamiento transversal del nervio mediano en el túnel carpiano (II).	97
Figura 40. Modelo “telescópico” del nervio mediano y el compartimento paraneural.	99
Figura 41. “Espacio funcional” del nervio mediano.	99
Figura 42. Fisiopatología de la “ <i>neuropatía multifocal</i> ”	109
Figura 43. Modelo cronológico de causa-efecto en el síndrome del túnel carpiano.	111
Figura 44. Distribución sensorial del nervio mediano – sombreado en amarillo.	116
Figura 45. Test de Phalen.	120
Figura 46. Test de Tinel.	121
Figura 47. Signo de Flick.	122
Figura 48. ULNT1 - Prueba de tensión nerviosa/ neurodinámica de las extremidades superiores para el nervio mediano.	123
Figura 49. Dinamometría de la fuerza de prensión manual (o agarre de la mano).	126
Figura 50. Dinamometría de la fuerza de pellizco palmar digital (o pellizco en trípode).	127
Figura 51. Prueba de fuerza de los músculos tenares.	128
Figura 52. Ecografía del NM para el STC en una proyección transversal de la muñeca – AT-M.	132
Figura 53. Separación de los bordes seccionados del ligamento transversal del carpo tras la cirugía.	139
Figura 54. Inmovilización de la muñeca mediante férula rígida.	148
Figura 55. Terapia manual osteopática - “ <i>Opponens roll maneuver</i> ” o maniobra de giro del oponente.	152
Figura 56. Técnicas neurodinámicas de <i>deslizamiento</i> (A) y <i>tensión</i> (B).	154
Figura 57. Masaje local tipo “Madenci”.	157
Figura 58. Tratamiento miofascial segmentario-proximal.	158
Figura 59. Meridiano y puntos de Acupuntura de <i>Maestro Corazón</i> (MC).	161
Figura 60. Meridiano y puntos de Acupuntura de <i>Intestino Grueso</i> (IG).	162
Figura 61. Meridiano y puntos de Acupuntura <i>Triple Recalentador</i> (TR).	162
Figura 62. Modelo de abordaje de “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).	182
Figura 63. Exploración ecográfica realizada en el estudio de validación del modelo de abordaje “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).	183
Figura 64. Medición ecográfica del AT-M del nervio mediano realizada en el estudio.	196
Figura 65. Medición ecográfica del MA-R del nervio mediano realizada en el estudio.	197
Figura 66. Dinamómetro hidráulico de mano.	198

Figura 67. Posición y presa de los pacientes para la medición de la dinamometría de la prensión manual (o agarre de la mano).	199
Figura 68. Dinamómetro hidráulico digital.....	199
Figura 69. Presa para la medición de la dinamometría de pellizco palmar digital (o pellizco en trípode).	200
Figura 70. Esquema del procedimiento en la recogida de variables durante el estudio.	205
Figura 71. Diagrama de flujo de la muestra del estudio.	218
Figura 72. Distribución de la muestra según categorías electromiográficas del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).	222
Figura 73. Distribución de la muestra según todos los subgrupos electromiográficos del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).	223
Figura 74. Indicación de cirugía al final del estudio (12 semanas).	225
Figura 75. Incidencia en la indicación de cirugía a las 12 semanas.	227
Figura 76. Cambios en la distribución de la muestra entre el inicio (sem 0) y final (sem 12) del estudio, según grupos y niveles de afectación del nervio mediano.	229
Figura 77. Resultados de la amplitud (Amp) en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo y de la palma.	232
Figura 78. Resultados de la velocidad de conducción (V) en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo y distal.	234
Figura 79. Resultados de la duración en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo.....	236
Figura 80. Resultados de la amplitud (Amp) y latencia (lat) en los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP) a nivel del carpo.	238
Figura 81. Resultados del diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).	241
Figura 82. Resultados de la presencia de dolor en la mano.	243
Figura 83. Resultados de la presencia de parestesias en la mano.	245
Figura 84. Resultados de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).	247
Figura 85. Resultados en el test de Phalen.	249
Figura 86. Resultados en el test de Tinel.....	251
Figura 87. Resultados en el test de compresión del nervio mediano.	253
Figura 88. Resultados en el signo de Flick.	255
Figura 89. Resultados del área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano (AT-M).	257
Figura 90. Resultados de la relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y el antebrazo (ECO MA-R).....	258

Figura 91. Resultados del nivel de intensidad del “ <i>dolor justo ahora</i> ”	261
Figura 92. Resultados del nivel de intensidad de dolor en las “ <i>últimas 24 horas</i> ”	263
Figura 93. Resultados del nivel de intensidad del dolor “ <i>en la última semana</i> ”	265
Figura 94. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).	269
Figura 95. Resultados en la dinamometría de la fuerza de prensión manual.	273
Figura 96. Resultados en la dinamometría de la fuerza del pellizco palmar digital.	276
Figura 97. Resultados del dolor provocado por la “ <i>punción seca tetrapolar carpiana</i> ” (PSTC).	279

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Características socio-demográficas y antropométricas basales de la muestra.	212
Tabla 2. Descriptivos de las variables recogidas respecto a las agujas colocadas.	214
Tabla 3. Resultados de los efectos adversos o no deseados.	216
Tabla 4. Descriptivo basal de la muestra (I).	219
Tabla 5. Descriptivo basal de la muestra (II).	221
Tabla 6. Distribución de la muestra según categorías electromiográficas del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).	222
Tabla 7. Distribución de la muestra según todos los subgrupos electromiográficos del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).	223
Tabla 8. Indicación de cirugía al final del estudio (12 semanas).	224
Tabla 9. Riesgo relativo de la indicación de cirugía a las 12 semanas.	226
Tabla 10. Necesidad de cirugía al final del estudio (12 semanas).	227
Tabla 11. Distribución de la muestra según niveles de afectación del nervio mediano (comparativa entre el inicio y final del estudio).	228
Tabla 12. Tabla comparativa entre la distribución de los grupos según el nivel de afectación del nervio mediano al final del estudio (semana 12).	229
Tabla 13. Resultados de los diferentes parámetros electromiográficos según grupo y momento del estudio.	230
Tabla 14. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (<i>amp</i>) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (<i>SNAPs</i>) a nivel del carpo y de la palma.	233
Tabla 15. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la velocidad de conducción (<i>V</i>) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (<i>SNAPs</i>) a nivel del carpo y distal.	235
Tabla 16. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la duración en los potenciales de acción nervioso sensitivo (<i>SNAP</i>) a nivel del carpo.	237
Tabla 17. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (<i>Amp</i>) y latencia (<i>lat</i>) distal en los potenciales de acción muscular compuesto (<i>CMAP</i>) a nivel del carpo.	239
Tabla 18. Resultados de diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).	240
Tabla 19. Análisis del riesgo relativo (<i>Risk Ratios</i>) respecto al diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).	241
Tabla 20. Resultados de la presencia de dolor en la mano.	242
Tabla 21. Análisis estadístico de la presencia de dolor en la mano.	243
Tabla 22. Resultados de la presencia de parestesias en la mano.	244
Tabla 23. Análisis estadístico de la presencia de parestesias en la mano.	245
Tabla 24. Resultados de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.	246

Tabla 25. Análisis estadístico de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.	247
Tabla 26. Resultados en el test de Phalen.....	248
Tabla 27. Análisis estadístico de los resultados en el test de Phalen.....	249
Tabla 28. Resultados en el test de Tinel.....	250
Tabla 29. Análisis estadístico de los resultados en el test de Tinel.....	251
Tabla 30. Resultados en el test de compresión del nervio mediano.....	252
Tabla 31. Análisis estadístico de los resultados en el test de compresión del nervio mediano.....	253
Tabla 32. Resultados en el signo de Flick.....	254
Tabla 33. Análisis estadístico de los resultados en el Signo de Flick.....	255
Tabla 34. Resultados de los estudios ecográficos.....	256
Tabla 35. Análisis de los resultados para el área transversal del nervio mediano a nivel de la muñeca (A-M).....	257
Tabla 36. Análisis de los resultados para la relación entre las áreas transversales del nervio mediano a nivel del antebrazo y de la muñeca (MA-R).....	259
Tabla 37. Resultados del nivel de intensidad del dolor.....	260
Tabla 38. Análisis estadístico del nivel de intensidad de dolor “dolor justo ahora”.....	262
Tabla 39. Análisis estadístico del nivel de intensidad del dolor en las “últimas 24 horas”.....	264
Tabla 40. Análisis estadístico del dolor en “la última semana”.....	266
Tabla 41. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (I).....	268
Tabla 42. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (II).....	268
Tabla 43. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de severidad de los síntomas (ESS).....	270
Tabla 44. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de situación funcional (ESF).....	271
Tabla 45. Resultados en la dinamometría de la fuerza de presión manual.....	273
Tabla 46. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría de presión manual.....	274
Tabla 47. Resultados en la dinamometría de la fuerza del pellizco palmar digital.....	276
Tabla 48. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría del pellizco palmar digital.....	277
Tabla 49. Resultados del dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).....	279
Tabla 50. Análisis estadístico de los resultados en el nivel de intensidad de dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).....	280
Tabla 51. Resultados respecto a la aparición de efectos adversos o no deseados tras la aplicación de la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).....	282

ABREVIATURAS:

AAC: ancho del arco carpiano.

AAOS: *American Academy of Orthopaedic Surgeons.*

ACh: acetilcolina.

AMP: arteria mediana persistente.

AT-M: área transversal del nervio mediano en la entrada del túnel carpiano.

CBSTC: cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano.

CBSTC-ESF: cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano – Escala de situación funcional.

CBSTC-ESS: cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano – Escala de severidad de los síntomas.

CMAP: potencial de acción muscular compuesto.

CSA: cross-sectional area (área de sección transversal).

D-C: aguja distal cubital.

DDM: dolor y disfunción miofascial.

DE: desviación estándar.

D-R: aguja distal radial.

ECA: ensayo clínico aleatorizado.

ECN: estudios de conducción nerviosa.

ECO: ecografía.

EMG: electromiografía.

EVA: escala visual analógica.

FLP: flexor largo del pulgar.

FPD: flexor profundo de los dedos.

FSD: flexor superficial de los dedos.

IC: intervalo de confianza.

IMC: índice de masa corporal.

LTC: ligamento transversal del carpo.

MA-R: relación entre el área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano y el área transversal del nervio mediano en el antebrazo.

NC: nervio cubital.

NM: nervio mediano.

NMB: nervio mediano bífido.

NPRES: Numeric Pain Rate Escala.

P-D: aguja proximal distal.

PDR: patrón de dolor referido.

PG: punto gatillo.

PGM: puntos gatillo miofasciales.

PGNM: punto gatillo no miofascial.

P-R: aguja proximal radial.

PS: punción seca.

PSTC: punción seca tetrapolar carpiana.

REL: respuesta de espasmo local.

RM: resonancia magnética.

RMT: rama motora tenar.

SNAP: potencial de acción nervioso sensitivo.

STC: síndrome del túnel carpiano.

TC: túnel carpiano.

TCSS: tejido conectivo subsinovial.

TEF: técnica de enrollamiento fascial.

ULNT: *upper limb neural test* / prueba de tensión nerviosa para las extremidades superiores.

1 INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. PUNCIÓN SECA.

1.1.1. Orígenes y evolución de la punción seca.

La utilización de medios físicos para el tratamiento del dolor y otras patologías es tan antigua como el origen de la propia especie humana. El masaje, la movilización y manipulación de articulaciones, la aplicación de calor o frío, la realización de vendajes, ... son simples ejemplos de estas técnicas terapéuticas ancestrales. Durante las diferentes épocas de la Historia, las figuras que han asumido la responsabilidad de aplicar estas terapias físicas han sido diversas y cambiantes.

En nuestro tiempo, es la ciencia y profesión de la Fisioterapia la que asume como propia y principal la competencia de la aplicación de tratamientos con medios y agentes físicos, tal y como se puede extraer de la Ley 44/2003, de Ordenación de las Profesiones Sanitarias, artículo 7.2.b), del estado español. En este mismo sentido, en el Real Decreto 1001/2002, en el que se aprobaron los estatutos del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España, se define a la Fisioterapia como *“la ciencia y el arte del tratamiento físico, es decir, el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos, curan y previenen las enfermedades, promueven la salud, recuperan, habilitan, rehabilitan y readaptan a las personas afectadas de disfunciones psicofísicas o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud”*.

Desde su silente aparición en la segunda mitad del siglo XIX, la Fisioterapia estuvo durante mucho tiempo supeditada y relacionada con otras profesiones sanitarias. En España (1) no es hasta el año 1980, con la creación de la Diplomatura en Fisioterapia (Real Decreto 2965/1980), cuando se puede considerar como una profesión totalmente independiente, con una formación y titulación universitaria propia.

En sus momentos iniciales la Fisioterapia centró sus esfuerzos en la consolidación de su figura profesional, marcándose en los últimos tiempos como uno de sus

objetivos principales la investigación en los campos que son de su competencia, tanto el sentido de aportar evidencia científica a los tratamientos ya largamente utilizados desde tiempos remotos (en su forma evolucionada, claro está), como en el de descubrir y promover nuevas modalidades de técnicas y herramientas que demuestren su eficacia terapéutica.

El dolor y la disfunción de origen miofascial son, seguramente, el primer motivo de consulta por el que acude un paciente al fisioterapeuta, y uno de los más prevalentes en el ámbito médico de forma general. Se ha cuantificado esta prevalencia en términos que oscilan entre 20-90% (2–8), convirtiéndose para prácticamente todos los adultos como el origen de algún tipo de dolor que puedan sufrir en algún momento de su vida.

Seguramente esta alta prevalencia ha propiciado que el Dolor y Disfunción Miofascial (DDM) sea uno de los campos de la Fisioterapia donde ha existido un gran esfuerzo de investigación y desarrollo.

Desde finales del siglo XIX y durante la primera mitad del siglo XX diferentes autores europeos, predominantemente alemanés, definen con diferente terminología lo que parece una misma entidad clínica. Froriep (1843) (9) describe con el nombre de "*Muskel Schwiele*" (callo muscular) a "*durezas palpables y extremadamente dolorosas en los músculos, cuyo tratamiento proporcionaba un gran alivio a los pacientes*". En 1904 Gowers (10) introduce el término "*Fibrositis*" para "*puntos sensibles localizables y a regiones induradas a la palpación, en el músculo inflamado por el tejido fibroso*". Schade (1919) (11) y M. Lange (1931) (12) proponen el término "*Myogelosen*" (traducido como "induraciones musculares" o "*Miogelosis*") para "*el incremento en la viscosidad del músculo calloso*", describiendo síndromes dolorosos asociados a puntos específicos musculares.

Hacia la mitad del siglo XX aparecen tres autores independientes de gran importancia para la investigación del DDM en tres continentes diferentes: el polonés M. Gutsein (1938) (13), el australiano M. Kelly (1941) (14) y la estadounidense J. Travell (1942) (15). Los tres autores identificaron entidades similares, definiéndolas y empleando términos diagnósticos de forma diferente, como si ninguno de ellos conociera el trabajo de los otros. La semejanza de sus observaciones pasó

desapercibida durante décadas. De los tres pioneros, tan sólo la influencia de la tercera resistió al paso del tiempo. La Dra. Janet Travell realiza sus publicaciones en el periodo comprendido entre 1942-1993, y asienta bases sólidas para lo que desde entonces se conoce como Síndrome de Dolor Miofascial, definido (16) *“como el conjunto de síntomas y signos sensoriales, motores y autonómicos provocados por los puntos gatillo miofasciales (PGM)”*. Estos PGM, *“nódulos palpables dentro de una banda tensa muscular”*, se convierten en los principales protagonistas del DDM.

Inicialmente la Dra. Travell propone el tratamiento de los PGM con diferentes métodos, entre los que destaca la infiltración de los mismos con una dilución de anestésicos locales. Pero la misma Travell se plantea que el efecto de la infiltración sobre los PGM podría estar relacionado con la acción física de la misma aguja. De esta forma, en 1968 Travell se refiere como *“punción seca”* (PS) (traducción literal del original en inglés *“dry needling”*) a la utilización, como método terapéutico de los PGM, la simple introducción de una aguja de acupuntura, sin introducir ningún tipo de sustancia.

Aunque la PS pasó a ser más conocida después de los trabajos de la Dra. Travel y sus colaboradores, existen autores previos que ya plantearon la utilización del efecto terapéutico de esta técnica. Los primeros trabajos donde se nombra a la PS como método de tratamiento en el dolor musculoesquelético corresponden a Steinbrocker (17), en 1944, y a Paulett (18), en 1947. Anteriormente, en 1941, existe la publicación de un ensayo clínico por parte de Brav y Sigmond (19) donde utilizan, aun sin nombrarla con este nombre, la técnica de PS en pacientes con lumbociatalgia.

Contemporáneamente a la Dra. Travel, otros autores participarán en el desarrollo de esta técnica. Destacar el dilatado trabajo de Lewit (20), que desarrolla e investiga los efectos de la técnica de PS no sólo en los PGM, si no también en otro tipo de estructuras como ligamentos y periostio.

El Dr. David Simons formula en 1996 (21) la hipótesis actualmente más reconocida sobre el origen de los PGM, conocida como *“hipótesis integrada”*, desarrollada y ampliada en años posteriores (22–26). Simons también participa con la Dra. Travel en la publicación de los dos volúmenes de la obra *“Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo”* (16), que posteriormente también desarrolla y amplía.

También cabe destacar a Hong, en 1994 (27), por la aportación de evidencia de la eficacia de la PS en el tratamiento de los PGM, con la realización de un estudio donde se compara esta técnica frente a las infiltraciones de anestésicos locales. La PS iguala, en este sentido, a las infiltraciones de lidocaína, e incluso es superior cuando consigue las conocidas como *respuesta de espasmo local* (REL).

Otro autor de peso en el desarrollo más reciente de la PS es el Dr. Shah, que demuestra en 2005 (28), mediante técnicas de microdiálisis, que las REL obtenidas con PS reducen de forma inmediata la concentración de sustancias neuro-sensibilizantes existentes en la zona próxima al PGM. Esto puede explicar el efecto provocado por la PS en la disminución del dolor, además de reforzar la *hipótesis integrada* propuesta por Simons.

De esta forma, la PS se convierte en el inicio de todo un conjunto de técnicas que se va ampliando tanto en número como en el desarrollo de cada una de ellas en sí misma. Por otro lado, el abanico terapéutico dentro de la Fisioterapia es tan amplio que, en el año 2005, O. Mayoral (29) decide acuñar el término de "*Fisioterapia Invasiva*" para englobar el conjunto de técnicas empleadas por los fisioterapeutas que conllevan la utilización de una aguja sólida para la aplicación de forma percutánea de agentes físicos en el tejido musculoesquelético. A pesar del continuo desarrollo y crecimiento de la Fisioterapia Invasiva, la PS continúa siendo en la actualidad una técnica de punción utilizada muy frecuentemente por los fisioterapeutas, como se refleja en la gran demanda y oferta en sus formaciones.

1.1.2. Definición, competencias y marco legal de la punción seca.

El término de PS corresponde a la traducción fiel al castellano del término inglés "*dry needling*", acuñado en su origen por la Dra. Travell y aceptado posteriormente por el resto de la comunidad científica y profesionales de la Fisioterapia. Como se puede extraer de su propia composición semántica, consiste en la introducción en el cuerpo de una aguja sólida, por lo general como las del "tipo chino" utilizado en acupuntura (Figura 12), atravesando la piel, sin la inyección ni

extracción de ningún tipo de sustancia o fluido, es decir, utilizando el estímulo mecánico de la propia aguja y los efectos que dicho estímulo provocan en el paciente, con el objetivo de tratar diferentes patologías (29–32).

Desde hace mucho tiempo, los fisioterapeutas de todo el mundo utilizan la PS dentro de su práctica clínica habitual y utilizan la técnica en combinación con otras intervenciones de fisioterapia (31). Aunque la incorporación de esta técnica como una competencia dentro del ejercicio profesional de la Fisioterapia depende de la interpretación y aplicación de la legislación existente en cada país. A nivel internacional hay muchos países donde la práctica de la PS está reconocida dentro del ámbito de la Fisioterapia (31). Ejemplos de esta situación pueden ser España, Irlanda, Holanda, Reino Unido, Suiza y Francia en Europa; Estados Unidos y Canadá en América del Norte; Chile y Perú en América del Sur; Sudáfrica en el continente africano; Australia y Nueva Zelanda en Oceanía; o China y Japón en Asia. Estados Unidos es un claro ejemplo del diferente enfoque y reconocimiento del fisioterapeuta para la utilización de la PS. Dentro del mismo país, durante años ha existido este debate competencial, con estados donde se les ha capacitado desde un inicio, mientras en otros no se les ha reconocido esta competencia. Éstos últimos han interpretado y aplicado su legislación propia, argumentando una falta, dentro de la Fisioterapia, de programas formativos en esta materia en las formaciones básicas de grado y formación continuada de post-grado.

En el estado español, según la Resolución 05/2011 del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España *“la punción seca es una competencia propia de la Fisioterapia”*. Atendiendo a la propia definición dada en esta resolución de la PS como *“el empleo del estímulo mecánico de una aguja como agente físico para el tratamiento del síndrome de dolor miofascial”*, la figura profesional mejor capacitada para el empleo de estímulos físicos en el tejido musculoesquelético es el fisioterapeuta, tal y como se puede extraer de la Ley 44/2003 de Ordenación de las Profesiones Sanitarias, artículo 7.2.b), y del Real Decreto 1001/2002, en el que se aprobaron los estatutos del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España.

Los colegios profesionales de fisioterapeutas existentes en las diferentes comunidades autónomas españolas recogen dentro de las funciones del fisioterapeuta

la aplicación de la PS y otorgan cobertura legal mediante seguros de responsabilidad civil especialmente habilitados para ello.

1.1.3. Acción de la punción seca sobre el tejido miofascial.

1.1.3.1. Punción seca y puntos gatillo miofasciales.

Tal y como se ha explicado anteriormente, ya desde su inicio la PS se ha centrado en el tratamiento de los PGM. De esta forma, durante mucho tiempo, los PGM se han erigido en actores principales y casi exclusivos en el desarrollo y evolución de la PS. Es por ello que, aunque no se contemple la acción de la PS en el tejido muscular dentro de los objetivos principales de este trabajo, se ha considerado conveniente y necesario realizar una breve exposición de los elementos principales de la PS en relación a los PGM.

Se define PGM como una *“zona hiperirritable de un músculo esquelético, asociado con un nódulo palpable hipersensible y localizado dentro de una banda tensa”* (Figura 1) (16). En base a esta definición se pueden extraer los elementos principales que constituyen el PGM en cuanto a su naturaleza y etiopatogenia (16).

Nódulo sensible y Nodo de contracción.

El *nódulo sensible* es un área engrosada de aproximadamente 5-10mm. de tamaño que se define como un *“foco exquisitamente sensible localizado recorriendo la banda tensa en el mismo sentido (longitudinalmente) de las fibras musculares”* (16).

La palpación de este *nódulo sensible* es posible debido a la acumulación de numerosos *nodos de contracción* en este mismo punto, causados por la contracción permanente de sus fibras musculares en forma de solapamiento mantenido de las miofibrillas de actina y miosina, con el consiguiente acormamiento de sarcómeros (Figura 1).

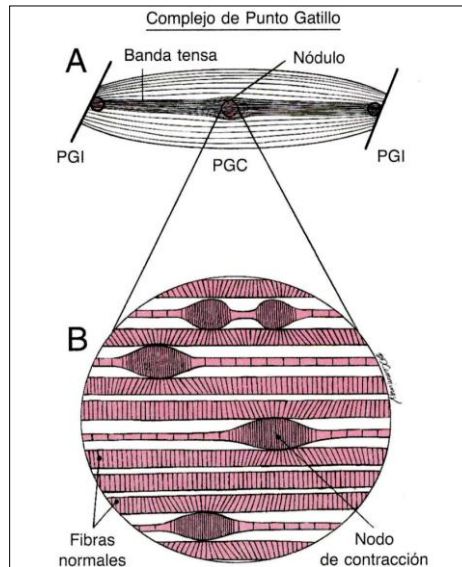


Figura 1. Punto gatillo miofascial (PGM).

Esquema del complejo que forma un PGM, tanto desde un punto macroscópico, donde se observan el nódulo sensible y la banda tensa del PGM, como a nivel microscópico, observándose la suma de nodos de contracción que forman el nódulo palpable del PGM (16).

Banda tensa.

De forma reactiva a la presencia de un *nodo de contracción* aparecerá, a lado y lado del mismo, un estiramiento de los extremos de la fibra muscular. De igual forma que en el caso de los *nodos de contracción* y el *nódulo sensible*, la suma del estiramiento en diferentes fibras musculares posibilita la palpación como elemento único de la llamada *banda tensa muscular* (Figura 1). Así, ésta se define como “un grupo de fibras musculares tirantes que se extienden desde el PG hasta las inserciones del músculo” (16).

La existencia de bandas tensas en PGM ha sido confirmada mediante diferentes pruebas de imagen en diferentes estudios (33–38), entre ellas la sonoelastografía por resonancia magnética, la ecografía y la sonoelastografía.

Patrón de dolor referido.

La presión mantenida del PGM puede provocar un patrón de dolor a cierta distancia del mismo. Este dolor referido es característico para cada músculo y es un patrón reproducible y predecible, por lo que se le conoce como *patrón de dolor referido (PDR)* (16). Este se caracteriza por ser un dolor continuo y profundo, con una

localización por lo general difusa y mal definida, y acostumbra a ser simétrico, adoptando una distribución en guante, en media o en forma de hemialgia.

Los PDR no corresponden a los habituales patrones de dolor neurológicos, ni de origen visceral. Su intensidad y extensión dependen del grado de irritabilidad del PGM y no del tamaño del músculo (16).

La palpación, al igual que la punción, del PGM constituye un método eficaz para reproducir el dolor referido (16).

Respuesta de espasmo local.

La REL es una contracción refleja y transitoria de un grupo de fibras musculares (dentro de una misma *banda tensa*) asociadas a un PGM (16). Se obtiene al realizar un fuerte estímulo sensorial, bien con punción o bien con una palpación manual súbita y transversal a la dirección de las fibras musculares del PGM. La REL se observa como una sacudida o depresión de la piel, que en ocasiones puede ser palpable.

Criterios diagnósticos esenciales / confirmatorios.

En base a la información experimental disponible en la actualidad, se recomienda seguir los siguientes criterios para identificar la existencia de un PGM (16):

- Criterios esenciales:
 - *Banda tensa* palpable.
 - Dolor local exquisito a la presión de un *nódulo* palpable en la *banda tensa*.
 - Limitación dolorosa al estiramiento completo del músculo afecto.
- Observaciones confirmatorias:
 - Identificación visual o táctil de una REL, inducida por la palpación súbita transversal o por la inserción de una aguja en el PGM.
 - Obtención de un PDR o alteración de la sensibilidad al comprimir el *nódulo sensible* del PGM.
 - Demostración electromiográfica de actividad eléctrica espontánea característica de *loci activos* en el *nódulo sensible* de una *banda tensa*.

Hipótesis integrada.

Como ya se ha adelantado en el apartado “1.1.1. Orígenes y evolución de la *punción seca*”, corresponde al Dr. David Simons, en el año 1996 (22), la formulación de la hipótesis sobre la etiopatogenia de los PGM más reconocida en la actualidad, conocida como “*hipótesis integrada*”. Esta hipótesis es un desarrollo y ampliación de la formulada inicialmente en 1981 por el mismo Simons, con el nombre de “*crisis energética*” (39).

En la hipótesis de la “*crisis energética*” (16) (Figura 2) se propone que una lesión del tejido muscular, posiblemente del retículo sarcoplasmático, y un fallo de la bomba de calcio inician la formación del PGM al provocar un incremento en la concentración de calcio. Este incremento, junto a la imposibilidad de la misma bomba de calcio para retornar éste al retículo sarcoplasmático dentro de lo que viene siendo su funcionamiento normal, produce una activación persistente del complejo actina-miosina, formando las consiguientes contracturas. Estas contracturas provocarían una disminución del aporte de oxígeno a nivel local, debido a la compresión que ejercen sobre la red vascular de la misma zona que se encarga de suministrarlo en un funcionamiento normal. Además, la contractura persistente provocada por el solapamiento mantenido del complejo actina-miosina necesita de un aporte energético extra de trifosfato de adenosina (ATP). Si, como ya hemos explicado, el suministro de este ATP se encuentra disminuido por la compresión vascular, entraríamos en un círculo vicioso retroalimentado, perpetuándose así la existencia del PGM.

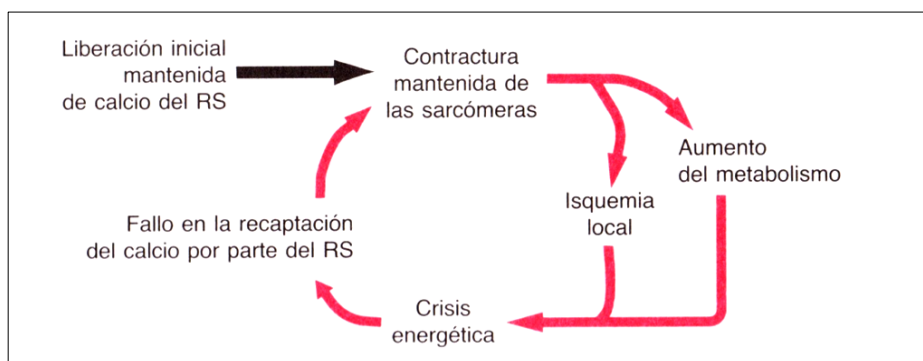


Figura 2. Hipótesis de la crisis energética.
Esquema planteado para la creación y mantenimiento de los PGM (16).
RS: retículo sarcoplasmático.

En base a nuevos descubrimientos y experimentaciones de años posteriores, Simons desarrolla y amplía la “*crisis energética*”, elaborando la “*hipótesis integrada*” (Figura 3). De esta forma, la “*hipótesis integrada*” incorpora, casi en su totalidad, a la teoría de la “*crisis energética*”, con la principal diferencia de que ya no se plantea la necesidad de que exista un daño tisular como inicio del proceso del PGM. El factor desencadenante puede ser una sobrecarga muscular, como una contracción muscular excesiva (excéntrica o concéntrica), o incluso una contracción muscular submáxima, pero prolongada en el tiempo.

Este factor desencadenante, como la contracción muscular mantenida, provoca una despolarización anómala de la membrana postsináptica de la placa motora terminal, produciendo y liberando una cantidad excesiva de su neurotransmisor de acetilcolina (ACh), que se combina con una inhibición de la acetilcolinesterasa. La despolarización mantenida de la membrana postsináptica provoca una liberación continua de iones calcio por parte del retículo sarcoplasmático en el citosol de la fibra muscular, iniciándose así el proceso descrito en la “*crisis energética*”. Finalmente, y como consecuencia de la situación bioquímica estresante que supone la crisis energética de forma local, se produce la liberación de diferentes sustancias sensibilizantes para las fibras nerviosas que se encuentran en el entorno de la placa motora, tanto de tipo sensitivo como autónomo. La sensibilización de estas fibras puede producir a su vez la liberación de sustancias neuroactivas, que pueden contribuir a la liberación excesiva de ACh en la placa motora, cerrándose de esta forma lo que se convierte en un círculo vicioso perpetuador del PGM.

Como elemento clave de la retroalimentación del círculo vicioso en la “*hipótesis integrada*” encontramos la producción de las sustancias neuro-sensibilizantes en el medio próximo a la placa motora. A este respecto cabe destacar las experimentaciones del Dr. J. Shah, que demuestra en 2005 (28), mediante técnicas de microdiálisis, el aumento de la concentración de estas sustancias en la zona próxima al PGM. Estos hallazgos refuerzan la *hipótesis integrada* propuesta por Simons.

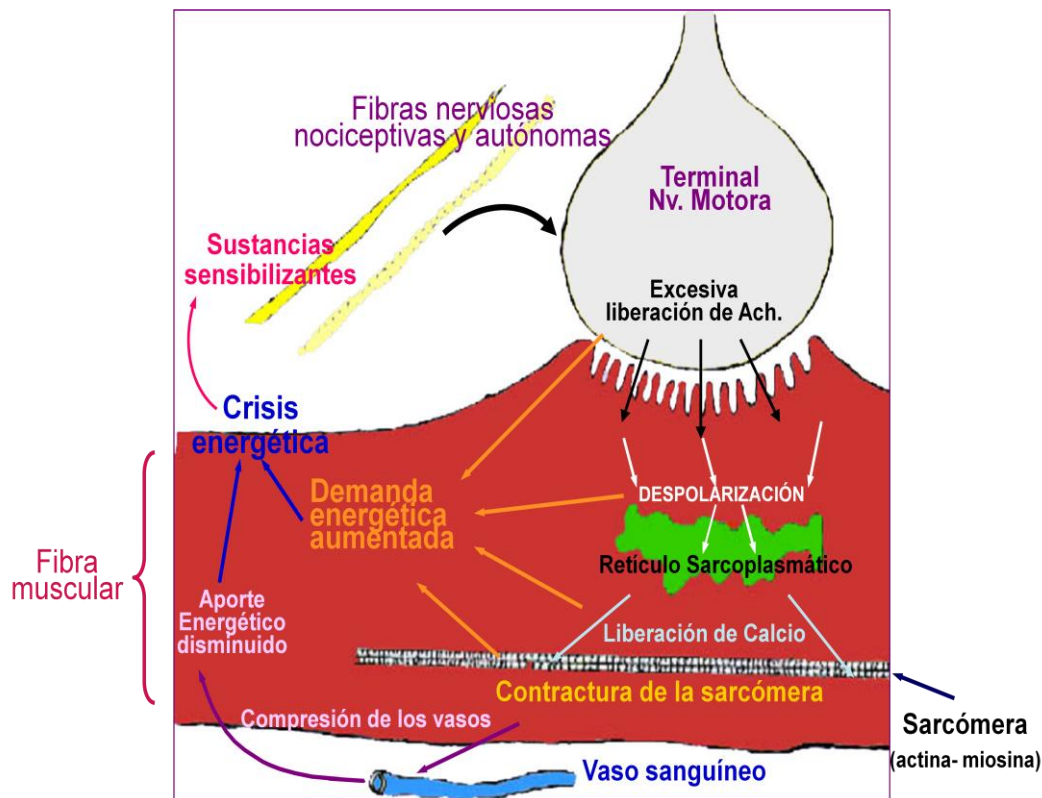


Figura 3. Hipótesis integrada.

Esquema gráfico de la “hipótesis integrada”, en la región de una placa motora disfuncional - Adaptación del original de Travel y Simons (16).

1.1.3.1.1. Técnicas de punción seca en los puntos gatillo miofasciales.

De forma clásica, la clasificación más habitual de las diferentes modalidades de PS tiene como criterio principal la profundidad a la que llega la aguja insertada. Podemos clasificar una técnica en concreto de PS en función de si llega a contactar de forma directa con el PGM que tiene por objeto tratar, o si por el contrario se queda en los tejidos superficiales al mismo. De esta forma, existen dos grandes grupos de técnicas de PS donde se engloban el conjunto de la totalidad de las mismas (40):

1. Punción seca superficial.

La aguja no llega al PGM, sino que se queda en los tejidos que lo cubren. En este grupo encontramos las siguientes variantes técnicas:

Técnica de PS superficial de Baldry:

Durante la década de 1980, el médico acupuntor Peter Baldry desarrolla una técnica que tiene por objeto el tratamiento de los PGM, pero sin llegar a alcanzarlos con la aguja, quedándose en el tejido subcutáneo suprayacente a éstos (41,42). El tiempo de tratamiento es dependiente de la sensibilidad del PGM, siendo progresivamente creciente. De forma que se empieza con 30 segundos de aplicación, 2-3 minutos si todavía persiste la sensibilidad dolorosa importante en el PGM tras esta primera punción, pudiendo aumentar hasta los 10-15 minutos si todavía se aprecia irritabilidad. En esta última franja de tiempo de aplicación Baldry recomienda realizar giros intermitentes de la aguja.

Técnica de PS subcutánea de Fu:

También conocida como “técnica de acupuntura flotante” o de “punción flotante”, fue desarrollada por el Dr. Fu en el año 1996 (43,44). En este tipo de técnica se utiliza un catéter de plástico similar a los intravenosos, del que sobresale la punta de una aguja biselada colocada en su interior. Una vez colocado el conjunto de catéter+aguja en el tejido subcutáneo suprayacente al PGM se esconde la punta de la aguja en el interior del catéter, aplicando en éste último movimientos horizontales paralelos al plano de la piel, hasta un total de 200 en un tiempo aproximado de 2 minutos. Tras esta manipulación se extrae la aguja del interior del catéter, que se sujeta y se deja aplicado durante un periodo variable de 2 a 8 horas para casos agudos, y hasta 24 horas en casos crónicos.

2. Punción seca profunda.

La aguja contacta con el PGM y, por lo general, lo atraviesa. A continuación, se describen las técnicas de PS que cumplen con este criterio:

Técnica de PS profunda de entrada y salida rápida (o “técnica de Hong”):

Diseñada inicialmente para la infiltración de PGM, el mismo Dr. Hong (45,46) la modifica posteriormente hasta llegar a convertirse, seguramente, en la técnica de PS más utilizada para el tratamiento de los PGM en la actualidad. La técnica consiste en

insertar la aguja en el PGM, atravesándolo, con la intención de provocar el máximo número de REL posibles, hasta que se agoten o se alcance el umbral de tolerancia del paciente. Tal y como refleja el mismo nombre de la técnica, la velocidad en la entrada y salida realizadas en la aplicación de la aguja es determinante para poder obtener las REL de forma más eficaz. Existen estudios que han demostrado que esta técnica es más eficaz si se consiguen provocar REL (47,48).

Técnica de estimulación intramuscular (o “técnica de Gunn”):

Más allá de tratarse de un concepto más amplio en el modo de tratamiento de los PGM (49), si concretamos respecto a la técnica de Gunn se puede decir que es muy similar a la de Hong, efectuando entradas y salidas de las agujas, pero añadiendo también una manipulación de las mismas con giros bidireccionales una vez se dejan colocadas en los PGM.

Técnica de entrada y salida rápida con rotación (screw-in/out) (o “técnica de Chou”):

Como colaborador del Dr. Hong, el Dr. Chou desarrolla esta técnica como variante de la de entrada y salida rápida. Con la intención de facilitar la entrada y salida de la aguja, se gira la misma en una dirección al entrar y se contragira al salir (50).

Técnica de giros de la aguja:

La manipulación de la aguja con movimientos de rotación se realiza de forma muy frecuente en la acupuntura desde tiempos inmemoriales. La adaptación de esta técnica a la PS y tratamiento de los PGM se da en la forma de realizar giros bidireccionales de la aguja una vez colocada en el PGM, hasta que el dolor desaparece (por lo general entorno a 1 minuto de manipulación) (40). Después de esta primera manipulación de la aguja se puede repetir el proceso buscando una ligera variación en su dirección, pero siempre dentro del PGM, repitiéndose todo el proceso. La técnica finaliza cuando se alcanza el umbral de tolerancia de dolor del paciente o cuando se observa la desaparición del nódulo sensible del PGM, y sus derivadas como la REL o el dolor referido.

1.1.3.1.2. Acción de la punción seca sobre los puntos gatillo miofasciales.

Existen diferentes revisiones sistemáticas y meta-análisis recientes que reconocen la eficacia de la PS para el tratamiento de los PGM, sobre todo a corto plazo, para aliviar el dolor, aumentar el rango de movimiento y mejorar la calidad de vida, en comparación con el no tratamiento, el tratamiento simulado o el placebo (51).

Respecto a la eficacia de la PS aplicada en los PGM en la reducción del dolor miofascial, existe evidencia de baja calidad del efecto inmediato-72 horas y del de 13-24 semanas, y una evidencia de calidad moderada del efecto de 1-3 semanas, de que es más efectiva que el no tratamiento, el tratamiento simulado u otras terapias (52).

Una revisión sistemática (53) otorga a la PS un nivel de evidencia científica de grado A, recomendando la técnica, comparada con la punción simulada o placebo, para la reducción inmediata o a las 4 semanas del dolor de los pacientes con SDM en el cuadrante superior.

En base a lo expuesto en el apartado anterior podemos entender que existirá una gran diferencia entre los mecanismos de acción que se ponen en marcha en la PS superficial de los de que lo hacen en la profunda. Es muy diferente si se alcanza o no el PGM, ya que se estimulan tejidos y estructuras diferentes.

Mecanismos de acción de la PS superficial:

En la PS superficial, por definición, no se llega a alcanzar el PGM. De esta forma, sus efectos no pueden atribuirse a una acción mecánica directa sobre el PGM, sino más bien otros de tipo neurofisiológicos, mediante la activación de mecanismos complejos endógenos moduladores del dolor. Los mecanismos más probables en este sentido, propuestos y publicados por autores de prestigio científico en el campo de la PS de los PGM son (40):

1. Estimulación de las fibras nerviosas A- δ :

La inserción de la aguja de PS en los tejidos suprayacentes al PGM podría bloquear la transmisión a centros superiores de los impulsos nociceptores musculares del grupo

IV, implicados de forma principal en el dolor miofascial procedente de los PGM, de diferentes formas (54):

- Acción directa sobre las interneuronas inhibitorias cefalonérgicas, gabaérgicas y glicinérgicas situadas en los bordes de las láminas I y II de la asta dorsal de la médula espinal.
- Acción indirecta sobre esas interneuronas inhibitorias mediante los sistemas inhibitorios descendente opioide (encefalinas), serotoninérgico y noradrenérgico.
- Activación de los controles inhibitorios difusos de la nocicepción (55,56), que también pueden ser activados por las fibras C periféricas (57), a través de colaterales que conectan el tracto neoespinal con el subnúcleo reticular dorsal de la médula. En algunas revisiones se ha especulado con la posible contribución de la punción a la modulación condicionada del dolor (58,59), aunque no se dispone de evidencias e este respecto en relación con la PS (60).

2. Estimulación de las fibras nerviosas A-β:

Ya en 1965 Melzack y Wall (61) proponen la teoría del control de la compuerta, conocida como “Gate Control”, en la que se plantea que la estimulación de las fibras nerviosas de gran diámetro A-β favorece el “cierre” de la “compuerta” situada en la lámina II (sustancia gelatinosa), y la inhibición presináptica de la transmisión nociceptiva a niveles superiores. Esta teoría ha sido revisada y modificada en diferentes ocasiones por diferentes autores, incluidos los propios creadores, pero manteniendo su concepto fundamental (41).

3. Acción hipotética sobre el sistema nerviosa autónomo (62):

Se conoce que el sistema nervioso autónomo es capaz de modular la actividad de los PGM (63,64), como lo demuestra el hecho de que produzca cambios electromiográficos (EMG) en el PGM. Estudios realizados en animales demuestran que la actividad simpática puede aumentar la liberación de ACh a nivel presináptico (24). Esta acción del sistema nervioso autónomo sobre los PGM puede justificar efectos motores en los mismos, además de los puramente sensitivos como la disminución del dolor y el aumento del umbral del dolor a la presión, conseguidos mediante los

mecanismos anteriormente explicados. Se necesita de una investigación más profunda en esta dirección para poder explicar algunos de los efectos que se observan con la PS superficial.

Mecanismos de acción de la PS profunda:

No cabe duda que al aplicar la PS profunda también se atraviesa, y por tanto estimulan, los tejidos suprayacentes al PGM. Por lo que sería lógico suponer que todos los mecanismos de acción citados para la PS superficial también se pondrían en marcha cuando aplicamos la PS profunda (65).

A continuación se detallan los mecanismos de acción propiamente atribuibles a la PS profunda. La mayoría de ellos están relacionados con la obtención de REL con este tipo de PS, habiéndose demostrado una correlación entre su eficacia terapéutica y la obtención de estas REL (47,48,66,67).

1. “Lavado” de sustancias neurosensibilizantes:

J. Shah demuestra, en sus estudios de microdiálisis (28), como en los PGM existe una alta concentración de sustancias químicas neurosensibilizantes, como la bradicinina, la sustancia P, el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP), el factor de necrosis tumoral, la interleucina 1 β , la serotonina y la noradrelanina, ... También demuestra como la concentración de estas sustancias en el PGM disminuye después de la obtención de una REL con la misma aguja de microdiálisis. Aunque no se tiene del todo claro las razones de este descenso, se apunta hacia el aumento del flujo sanguíneo local (ver más adelante en este mismo apartado) y a cambios químicos relacionados con la contracción muscular (28). Tal y como se menciona en la “*hipótesis integrada*”, la contracción permanente de la fibra muscular producida por el solapamiento mantenido del complejo de actina-miosina, y su consiguiente aumento en el metabolismo celular y consumo energético, hace que se produzca una cantidad elevada de productos de deshecho metabólicos en la zona. Este hecho, junto a la disminución de flujo sanguíneo local en el PGM (28) y la falta del mecanismo de bombeo producido por el ciclo de contracción-relajación de la misma fibra muscular, favorece el acúmulo de estas sustancias. Según el criterio de diferentes autores

relevantes en el campo del DDM (40), la contracción súbita y potente de la REL puede producir el “lavado” de las sustancias neurosensibilizantes acumuladas en la zona del PGM mediante el bombeo mecánico de la contracción de la *banda tensa*, favorecido también por la mejora del flujo sanguíneo local conseguido. Subrayar que la evidencia demostrada en la disminución de estas sustancias neurosensibilizantes en el PGM producidas tras una REL explica la posible interrupción del ciclo vicioso de la etiopatogenia del PGM, con su consiguiente resolución. De igual forma, el lavado de estas sustancias favorece la disminución del dolor provocados por los PGM, interrumpiendo así los procesos tanto de sensibilización periférica como central del dolor.

2. Elevación del pH:

Los mismos trabajos del Dr. Shah (28) demuestran como la REL eleva el nivel de pH en la zona del PGM. Se considera que un pH bajo (ácido) favorece la disfunción existente en la placa motora de los PGM, mediante la sensibilización periférica, la disminución de la producción de la acetilcolinesterasa, el aumento de la ACh y la facilitación de la liberación de sustancias neurosensibilizantes, como el CGRP y la bradicinina (24,25). Además, niveles bajos de pH se relacionan con una hipersensibilidad mecánica (hiperalgesia), lo cual puede explicar el bajo umbral de dolor a la presión de los PGM.

3. Laceración mecánica de los miocitos y/o de las placas motoras afectadas (16,45,46):

Se ha demostrado como la aguja de PS, al introducirse en el PGM, causa una lesión muscular, nerviosa y neuromuscular (16,45,46). La explicación de este daño tisular radica en la gran diferencia de tamaño en el diámetro entre la fibra muscular (≈ 0.045 mm) y las agujas utilizadas más frecuentemente en la PS ($\approx 0.16-0.45$ mm) (Figura 4). De esta forma, al introducir la aguja en el músculo, que tiene un diámetro entre 4-10 veces superior al del miocito, se produce una lesión de este último del tipo de laceración o “corte”. La colocación de la aguja de forma concreta sobre el PGM provoca que esta laceración se produzca de una forma bien dirigida hacia los tejidos y estructuras involucradas en su etiopatogenia, como son la placa motora y los *loci*

activos (solapamiento mantenido del complejo actina-miosina). Se consigue así, aunque sea de forma brusca, la interrupción lógica del círculo vicioso de la hipótesis integrada, convirtiendo esta lesión en un mecanismo de acción terapéutico de la PS. Más aún si, como se ha comprobado (68), las lesiones producidas tanto en el miocito como en la placa motora se recuperan, mediante una regeneración *ad integrum* de los miocitos lacerados y una nueva sinaptogénesis, en el plazo de 1 semana.

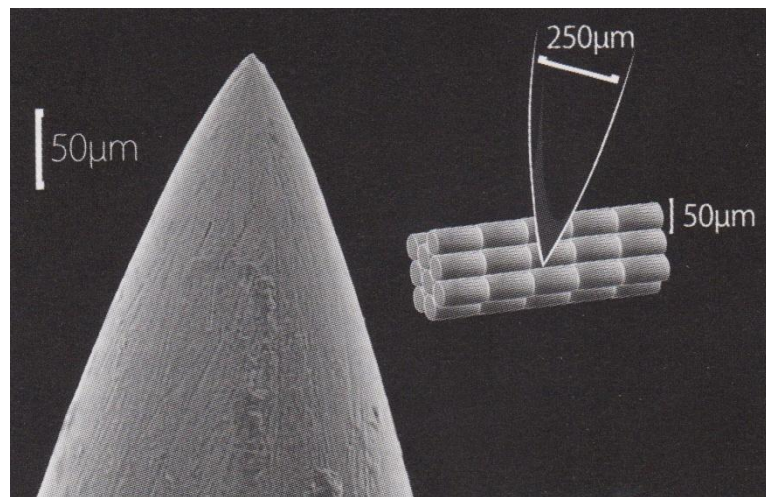


Figura 4. Punta de una aguja de punción seca.

Imagen de microscopía de la punta de la aguja de punción seca (con forma cónica), y esquema de la relación del tamaño de ésta con la fibra musculoesquelética (69).

4. Estiramiento local de las estructuras citoesqueléticas contracturadas de los miocitos próximos a la aguja, y que no hayan sido lesionados por ella (70):

Más adelante (véase apartado “1.1.3.2.2. Mecanismos de acción de la punción seca en el tejido conjuntivo”) se desarrollará de forma extensa la acción de la aguja de PS sobre el tejido conjuntivo al manipularla con la técnica de “giros de la aguja”. Al respecto de la acción de la aguja sobre los PGM cabe destacar que puede promover el estiramiento de las miofibrillas en las que se introduce, sobretodo si la técnica de manipulación utilizada es la de “giros de la aguja”. Basándonos en el fenómeno conocido como “*needle grasp*” (71) (o agarre de la aguja, traducido del inglés), el tejido conjuntivo situado alrededor de la aguja se enrolla sobre ella, provocando su estiramiento. Este estiramiento, además del efecto puramente mecánico, funciona como estímulo de otro proceso sucesivo conocido como “*mecanotransducción*” (71–

77). Entre otros efectos, la “mecanotransducción” produce una orientación más paralela de los haces de colágeno del tejido sobre el que actúa (72). El estiramiento local de las miofibrillas podría contribuir a la normalización de la longitud de las fibras musculares acortadas, actuando sobre el gel de titina que, hipotéticamente, mantendría a la miosina adherida a la banda Z (77,78).

5. Efectos sobre el flujo sanguíneo:

Aunque no están claros los mecanismos mediante los que lo consigue, se ha demostrado que la punción puede aumentar la oxigenación y el flujo sanguíneo en el músculo (60,79,80). Volviendo a la etiopatogenia del PGM, al resolver la situación de hipoxia local y la crisis energética supuestamente asociada, la PS puede erigirse en este sentido como tratamiento de los PGM.

6. Mecanismo antiinflamatorio:

Como se ha demostrado en animales (68), la lesión causada por la PS en los tejidos pasa por una fase inflamatoria de los mismos. Chou *et al.* (81) proponen la posibilidad de que, en estas situaciones de inflamación de tejidos periféricos, algunas células inmunitarias puedan excretar opioides endógenos, que se unirían a los receptores opioides de los nervios periféricos, inhibiendo así la transmisión de señales nociceptivas del sistema nervioso periférico al central.

7. Vía antiinflamatoria colinérgica:

Esta vía constituye un mecanismo neurológico que inhibe la respuesta inflamatoria aguda innata que se produce ante la invasión de patógenos o ante la lesión tisular, de forma que el sistema nervioso regula de forma refleja y en tiempo real la respuesta inflamatoria (81,82). A este respecto, Oke y Tracey (81,83) proponen la posibilidad de que la inserción de una aguja percutáneamente pueda actuar como interferencia en el reflejo inflamatorio, por su acción sobre el sistema nervioso autónomo, sobre todo en el nervio vago.

1.1.3.2. Punción seca en el tejido conjuntivo.

A diferencia de lo que se ha venido realizando respecto a los PGM, no se ha desarrollado una investigación tan extensa sobre los efectos y posibilidades terapéuticas de la PS aplicada en el tejido conjuntivo. Esta falta de atención en el componente fascial que se ha dado en el área de la Fisioterapia se ha podido compensar por el esfuerzo investigador de otras disciplinas como la Acupuntura. En ésta, podemos encontrar numerosos estudios que se centran en los mecanismos de acción de la aguja sobre este tipo de tejido. Dado que la PS y Acupuntura coinciden en la utilización de la aguja como herramienta de terapia principal, veremos en este apartado como experimentaciones y evidencias demostradas en Acupuntura se pueden extrapolar a la acción de la PS aplicada sobre el mismo tejido conjuntivo-fascial.

Aventajado a su tiempo, el neurólogo Karel Lewit, *padre de la medicina manual* para muchos clínicos, trabajó e investigó sobre los efectos de la PS en todo tipo de estructuras, como ligamentos, tendones y periostio, con un alto componente de tejido conectivo-fascial (20).

De una forma más reciente, la Fisioterapia ha podido escapar de este “punto-gatillo-centrismo”, investigando en otro tipo de estructuras más allá de la fibra muscular. Es el caso de las investigaciones, cada vez más numerosas, acerca del efecto terapéutico de la PS sobre el tendón y su patología derivada (84). En este campo también se debe destacar el desarrollo de las técnicas de punción combinadas con corriente eléctrica de tipo galvánico, como la Electrólisis Percutánea Intratisular (EPI[®]) y la Electrólisis Percutánea Terapéutica (EPTE[®]).

Punción seca en puntos gatillo no miofasciales.

En contraposición a la PS de los PGM, y siguiendo la propuesta de diferentes autores de relieve en el campo del DDM, podemos encontrar la PS de los puntos gatillo no miofasciales (PGNM), definidos como cualquier punto doloroso a la presión que no sea un PGM (40). Una vez más se hace evidente en esta definición la visión dentro del ámbito de la Fisioterapia de los PGM como elemento central entorno al que se sitúa la

PS en su vertiente más clásica. De esta forma, podemos englobar dentro de la categoría de PGNM a:

- los puntos gatillo (PG) insercionales (16), situados en la zona de inserción del tendón, tanto en su tramo miotendinoso como tenoperióstico.
- los puntos dolorosos a la presión en las vainas tendinosas, bolsas serosas, fascias y ligamentos. Estos puntos se suelen encontrar en las zonas más próximas a la inserción de cada una de estas estructuras

De forma similar, Hong (46) propone la definición de PG tendinosos, PG ligamentosos, PG subcutáneos, etc. En la mayoría de las zonas donde podemos encontrar este tipo de PG se encuentra una gran concentración de nociceptores, por lo que Hong los considera como acúmulos de focos de sensibilización.

1.1.3.2.1. Técnicas de punción seca en el tejido conjuntivo.

Atendiendo a un orden cronológico, cabe hacer mención a la Acupuntura como la primera de las modalidades de PS aplicadas en el tejido conjuntivo, ya que hasta un 80% de los puntos de acupuntura se sitúan en planos de tejido conjuntivo, ya sea intra o intermuscular (74). De hecho, los conocidos como *puntos Ah-Shi* en Acupuntura, caracterizados por ser puntos sensibles que provocan dolor reactivo a nivel local o distal, por lo general, se encuentran localizados en tejidos de tipo conjuntivo-fascial (85).

En relación a la aplicación de la Acupuntura en el tejido subcutáneo, no difiere mucho en la forma de la técnica ya explicada de PS superficial de Baldry, aunque sí en el concepto, ya que Baldry basa la aplicación de esta técnica en la existencia del PGM.

Técnica de giros de la aguja:

La manipulación de la aguja con movimientos de rotación se realiza de forma muy frecuente en la Acupuntura desde tiempos inmemoriales. El giro de la aguja es seguramente, dentro del ámbito de la Fisioterapia Invasiva, la técnica de manipulación de la aguja más utilizada, junto a la punción simple (69). Como ya se ha explicado, este

tipo de técnica se ha adaptado de forma más reciente a la PS en el tratamiento de los PGM.

Más allá de las acciones que se consiguen con la PS en los PGM, la manipulación con giros sobre la aguja aplicada en el tejido conjuntivo también tiene una serie de efectos potencialmente terapéuticos, desarrollados de forma extensa en el próximo apartado. Que se consigan estos efectos dependerá de la manipulación de la aguja en forma de giros o rotación, tanto en sentido uni como bidireccional.

PS con inserciones rápidas múltiples (40):

Se trata de una adaptación de la técnica de PS profunda de entrada y salida rápida de Hong, ya descrita para el tratamiento de los PGM. En consecuencia, el movimiento de entrada y salida de la aguja durante la aplicación de esta técnica se realiza de una forma rápida, con una velocidad alrededor de 20-30 mm/seg. Se busca dirigir la punta de la aguja hacia la zona más sensible que, como se verá más adelante, se trata de una zona rica en nociceptores sensibilizados. Una vez acabado el movimiento de salida, y sin llegar a salir del tejido subcutáneo, se puede redireccionar la aguja en busca de otros nociceptores sensibilizados. El objetivo final de la técnica es el de alcanzar y estimular el máximo número de estos nociceptores, por lo que se realizarán los movimientos de entrada y salida de la aguja en diferentes direcciones en el número que sea necesario, dentro de la tolerancia de dolor por parte del paciente.

Técnica de entrada y salida rápida con rotación (screw-in/out) de Chou (40):

Al igual que sucede en el tratamiento de los PGM, esta variante elaborada por Chou respecto a la técnica de Hong también puede aplicarse para el tratamiento de los PGNM. Se busca facilitar la entrada y salida de la aguja, girándola en una dirección al entrar (giro o “*screw-in*”) y en la contraria (contragiro o “*screw-out*”) al salir (50).

PS para la liberación de tejidos blandos:

Como adaptación de la técnica de Lin (86,87), originalmente descrita con la inserción de una cánula roma, también se puede utilizar una aguja de PS para liberar

tejidos adheridos de las partes blandas (40,88). La técnica consiste en introducir la aguja de forma lenta, combinando a este movimiento de avance otro en sentido lateral, con el objetivo de liberar los tejidos circundantes adheridos. La percepción de una menor resistencia al movimiento lateral sugiere la liberación de estos tejidos, procediendo a retirar la aguja hasta el plano del tejido subcutáneo para redireccionar la aguja y repetir el proceso hasta conseguir una liberación amplia y completa de los tejidos adheridos.

Otra situación clínica donde esta técnica de liberación del tejido conjuntivo puede estar indicada es el tratamiento de las cicatrices (40,88,89). La revisión de diferentes estudios en este tipo de punción (89), que podemos llamar como "*PS cicatricial*", han otorgado una evidencia positiva respecto a su beneficio no sólo en el proceso de acelerar la cicatrización de la herida, si no también en la disminución del dolor y su sensibilidad, así como un aumento en la flexibilidad de su tejido. La "*PS cicatricial*" deriva de antiguas variantes técnicas de la Acupuntura, como la conocida con el nombre de "*rodeando al dragón*". Aunque faltan estudios que determinen un protocolo concreto de aplicación de la técnica, se aconseja seguir los siguientes parámetros (Figura 5): aplicarla entre 1-2 sesiones a la semana, hasta resolver el problema; utilizar agujas de 0,25 x 0.30 mm.; colocarlas alrededor de la cicatriz, rodeándola a una distancia aproximada de 1,5 cm., y con una angulación de 30-45° respecto al plano de la piel; dejar colocadas las agujas unos 20 minutos, aplicando o no rotaciones dependiendo de la tolerancia del paciente.



Figura 5. Técnica de punción seca "cicatricial" (88).

Las tendinopatías de tipo crónico degenerativo (40,86–88) representan un cuadro clínico muy frecuente donde será conveniente liberar adherencias del tejido conjuntivo. El abordaje de la PS en tendinopatías implica la inserción de las agujas en el tendón afectado, con la intención de interrumpir el proceso degenerativo crónico y estimular un sangrado localizado y proliferación fibroblástica (90). Aunque faltan más investigaciones, las actuales proporcionan un apoyo inicial para la eficacia de la PS para el tratamiento de la tendinopatía (90,91).

1.1.3.2.2. Mecanismos de acción de la punción seca en el tejido conjuntivo.

Una gran parte de los efectos y mecanismos de acción descritos para la PS respecto a los PGM se pondrán también en marcha cuando nos centremos en la acción de ésta misma sobre el tejido conjuntivo.

La punción por sí sola desencadena una serie de eventos fisiológicos como respuesta a lo que nuestro organismo interpreta como una agresión externa. A estos efectos habrá que sumarle los provocados por la manipulación de la aguja y el estímulo que esto ejerce sobre diferentes estructuras.

1. Efecto sobre el sistema inhibitorio del dolor:

Tal y como ya se ha indicado con anterioridad, en la PS superficial de los PGM no se llega a introducir la aguja en el tejido muscular, permaneciendo colocada dentro del tejido subcutáneo, donde sí encontramos tejido de tipo conjuntivo. De esta forma, los efectos descritos para este tipo de PS, la mayoría de tipo neurofisiológico mediante la activación de mecanismos complejos endógenos moduladores del dolor, por la estimulación de las fibras nerviosas A- δ y A- β , serán también activados cuando la PS se aplica en el tejido conjuntivo.

El movimiento rápido de la aguja propuesto por Hong en su “técnica de entrada y salida rápida” para los PGM (45,46), y en la adaptación de la misma en la técnica de “PS con inserciones rápidas múltiples” aplicada en el tejido conjuntivo, provoca que la fuerza aplicada sobre la aguja sea mayor que en otro movimiento más lento. Si

aumenta la fuerza también lo hará la presión que ejerce la punta de la aguja de PS, de sección muy fina, sobre el tejido en que se aplica. Se sabe que un estímulo de alta presión puede provocar mayor alivio del dolor que si este estímulo es de baja presión (92).

Al igual que sucede en el PGM, el tejido conjuntivo con un PGNM también contiene un número elevado de nociceptores sensibilizados. El objetivo de la técnica de punción con inserciones rápidas múltiples es aplicar una estimulación de alta presión en el mayor número posible de estos nociceptores sensibilizados, favoreciendo la disminución del dolor.

Se ha sugerido que el alivio del dolor que proporciona la PS se consigue mediante la conocida como “*analgesia por hiperestimulación*” de los nociceptores sensibilizados, donde el sistema inhibitorio descendente del dolor juega un papel fundamental (93–96). La estimulación mediante la alta presión que ejerce la punta de la aguja sobre los nociceptores sensibilizados en los que actúa la PS en el tejido conjuntivo puede enviar fuertes impulsos nerviosos al asta posterior de la médula espinal, que acaban activando el sistema inhibitorio descendente del dolor, con el que se puede llegar a cortar el círculo vicioso de la sensibilización dolorosa (92,97) (Figura 6).

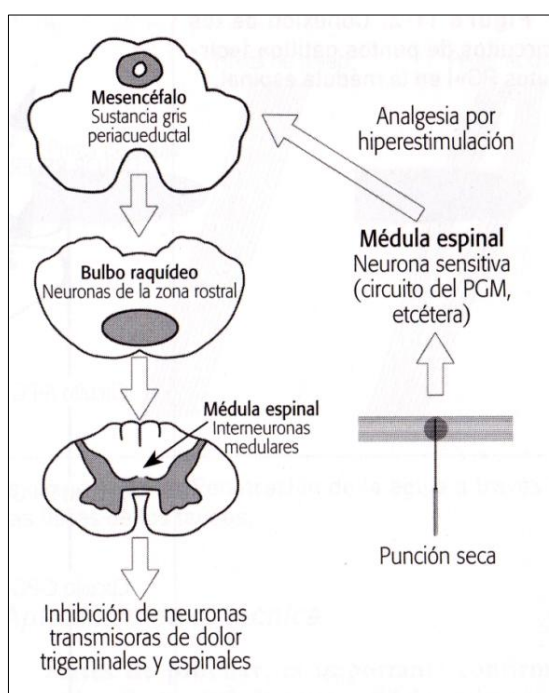


Figura 6. Sistema inhibitorio descendente del dolor (40).

2. Mejora de la elasticidad en el tejido conjuntivo-fascial: fenómenos de “*needle grasp*” y “*mecanotransducción*”.

La rotación que se aplica al realizar la “técnica de giros de la aguja” produce un acoplamiento inicial entre el cuerpo metálico de la aguja y las fibras de colágeno. Se cree que este acoplamiento inicial se consigue mediante la tensión superficial y atracción electrostática entre el metal del cuerpo de la aguja y la carga eléctrica del tejido conjuntivo. Después de que esta unión entre aguja y colágeno se produzca, la continuación del movimiento de rotación de la aguja posibilita que sea el mismo tejido conjuntivo-fascial el que se “enrolle” sobre sí mismo mediante una fuerza de fricción. Este enrollamiento sobre sí mismo, a modo de “nube de algodón de azúcar” (Figura 7, Figura 8 y Figura 9), ejerce una fuerza de resistencia al movimiento de rotación de la aguja, hasta el punto de llegar a frenarla y atraparla. Se deben mencionar de manera especial al respecto de este fenómeno, conocido con el nombre de “*needle grasp*” (o “agarre de la aguja”), los estudios realizados por la Dra. H. M. Langevin (71–76). Estos estudios aportan datos y evidencia científica respecto a este fenómeno.

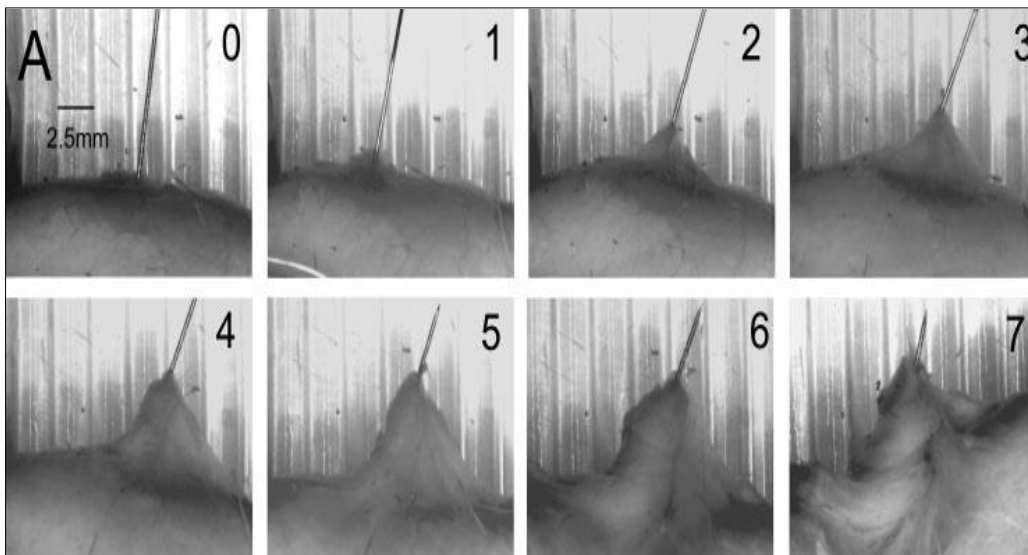


Figura 7. Fenómeno de “*needle grasp*” o “agarre de la aguja” (1).

Evidencia experimental en una muestra de tejido conjuntivo subcutáneo de rata. Se muestra el número de giros de la aguja (de 0 a 7) en un mismo sentido y el enrollamiento del tejido conjuntivo-fascial producido sobre la misma (74).

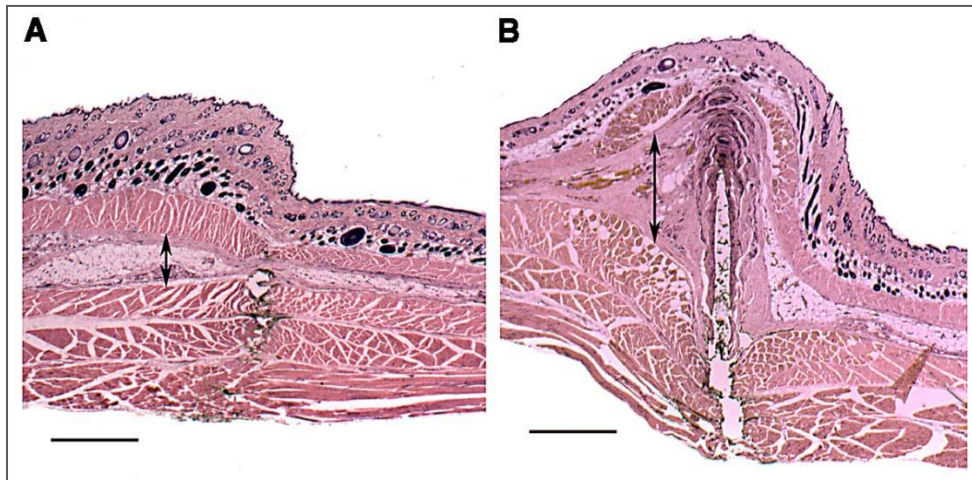


Figura 8. Fenómeno de “needle grasp” o “agarre de la aguja” (II).

Evidencia experimental en una muestra de tejido conjuntivo subcutáneo de pared abdominal de rata. Se inserta una aguja de acupuntura, primero sin ejercer movimiento de rotación en la aguja (A), y después con una rotación unidireccional (B). Las capas de la pared abdominal incluyen dermis, músculo subcutáneo, tejido subcutáneo (flecha) y músculo de la pared abdominal. Se observa un marcado engrosamiento del tejido subcutáneo con la rotación de la aguja (73).

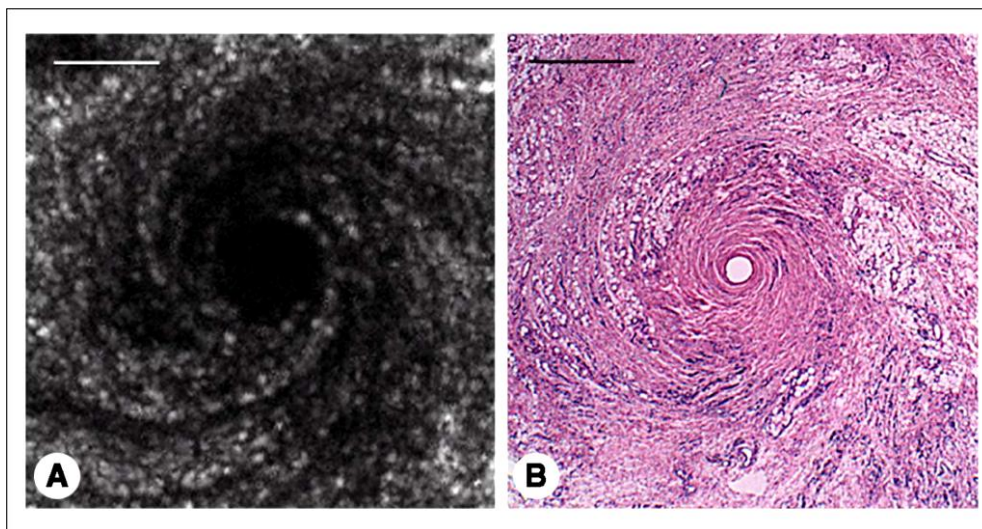


Figura 9. Fenómeno de “needle grasp” o “agarre de la aguja” (III).

Evidencia experimental en una muestra de tejido conjuntivo subcutáneo de pared abdominal de rata. Imágenes de tejido subcutáneo aplicando una rotación unidireccional en la aguja. (A) Muestra de tejido fresco obtenida con microscopía acústica de barrido por ultrasonido; (B) imagen de microscopía electrónica de la misma muestra de tejido (73).

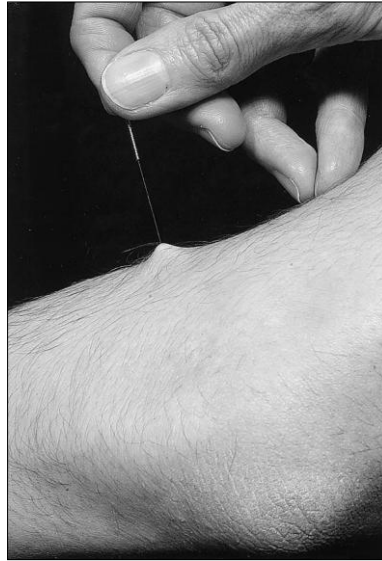


Figura 10. Imagen “en tienda de campaña”.

Se inserta una aguja de acupuntura de 0,25 mm de diámetro y se gira hasta percibir el “*needle grasp*” de la aguja. Entonces se tracciona de la misma, observándose la tensión de la piel que crea una forma piramidal, conocida como “en tienda de campaña” (72).

La sensación clínica del fisioterapeuta al girar la aguja y producirse este fenómeno de “*needle grasp*” es la de resistencia al movimiento de rotación de la aguja, hasta el punto no solamente de frenarla y atraparla, sino llegando incluso a traccionar de los tejidos, visualizándose a nivel de la piel en forma de “imagen en tienda de campaña” (Figura 10) (72).

En los estudios de la Dra. Langevin (71) se determina que cuando se aplica una rotación continua en un mismo sentido (rotación unidireccional o “enrollamiento”) la fuerza de agarre de la aguja es un 167% mayor que si no se manipula. En cambio, si se aplica una rotación alterna en sentido bidireccional (“enrollamiento” y “desenrollamiento”) se cuantifica que dicha fuerza de agarre es un 52% superior respecto a la no manipulación.

De una forma más detallada, la rotación de la aguja y enrollamiento sobre ella del tejido conjuntivo-fascial aumenta no sólo la fuerza de tensión de las fibras enrolladas, sino que también tracciona de la red de fibras de colágeno del tejido conjuntivo asociadas, produciendo una realineación por estiramiento de las mismas. Este efecto mecánico del “agarre de la aguja” actúa sobre la matriz extracelular, los fibroblastos y los puentes de unión de las fibras de colágeno (Figura 11) (72).

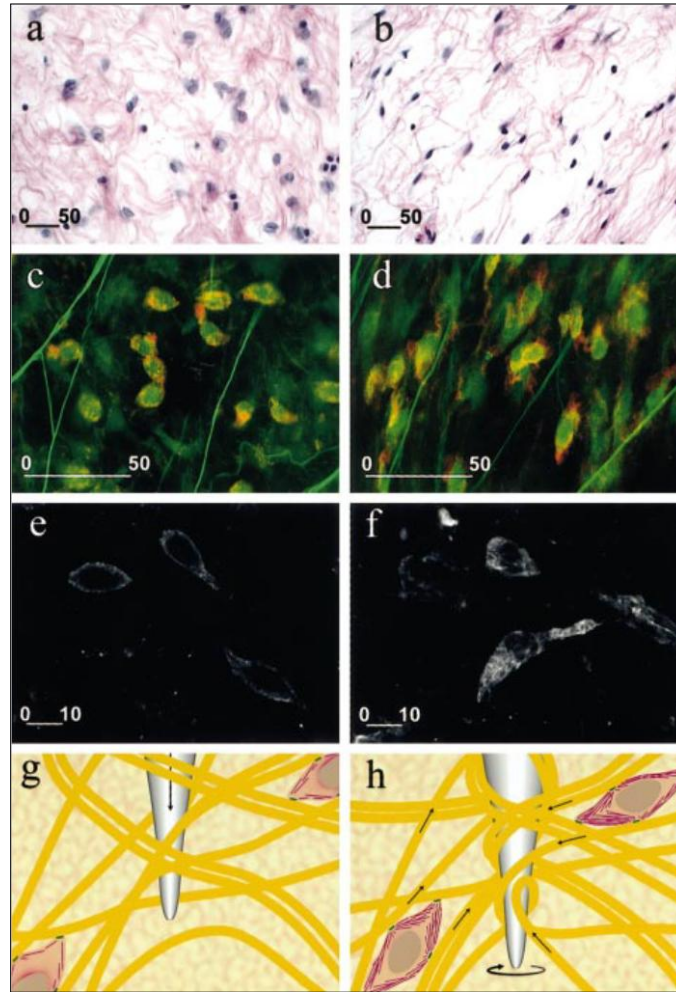


Figura 11. Fenómeno de “*mecanotransducción*”.

Efectos extracelulares e intracelulares de la rotación de la aguja de acupuntura comparado con la inserción de la aguja sin rotación, en muestra de tejido de rata. La aguja se gira (b, d, f) o no se gira (a, c, e). En g) se ilustra la inserción de una aguja de acupuntura en tejido conectivo. En h) se muestra cómo la rotación de la aguja tracciona de las fibras de colágeno (flechas); la señal mecánica generada por la rotación de la aguja se transmite a los fibroblastos a nivel local. Las líneas amarillas representan haces de colágeno; las líneas rosadas dentro de los fibroblastos representan el citoesqueleto de actina; los puntos verdes representan complejos de adhesión focal (72).

El efecto mecánico producido por el “*needle grasp*” promueve otro de forma consecutiva, a un nivel más interno y profundo, conocido como “*mecanotransducción*”. Como respuesta a la deformación física de los elementos del tejido conjuntivo se inicia una cascada de eventos celulares y moleculares, como la reorganización del citoesqueleto intracelular, la migración y contracción celular, la liberación autocrina de factores de crecimiento, y la activación de vías de información

intracelulares y proteínas nucleares de unión que promueven la transcripción de genes específicos (72,76,98–103).

En su conjunto, el estiramiento y la reorientación más paralela de las fibras de colágeno, junto como los cambios conseguidos en la textura del tejido conjuntivo, provocados por el “*needle grasp*” y la “*mecanotransducción*” favorecen el aumento de elasticidad de este tejido (69). Por tanto, se puede utilizar la PS como tratamiento para mejorar la elasticidad del tejido conjuntivo-fascial, tal y como se verá más adelante cuando se proponga su aplicación en pacientes con STC.

3. Vasodilatación local y aumento del flujo sanguíneo:

La introducción de la aguja de PS provoca una respuesta inflamatoria aguda local, más aún si los tejidos sobre los que se coloca están en una situación de inflamación previa (69). En consecuencia a ésta se produce una dilatación de los vasos sanguíneos a nivel local, producida por la estimulación del sistema nervioso autónomo mediante la sustancia P liberada, desencadenando además una reacción del tipo inmune por la estimulación de los mastocitos, que liberarán histamina, factor activador de las plaquetas y leucotrienos (104,105).

El primer signo objetivable es el enrojecimiento de la piel alrededor del lugar de la punción, seguida de la posible aparición de un edema local.

4. Mecanismo antiinflamatorio:

Como se ha explicado anteriormente en el apartado referente a la acción de la PS en los PGM, la lesión causada por la PS en los tejidos pasa por una fase inflamatoria de los mismos (68). Así pues, la propuesta de Chou *et al.* (81) para el tejido muscular-PGM también es válida para el tejido conjuntivo. En concreto, que en estas situaciones de inflamación de tejidos periféricos algunas células inmunitarias pueden excretar opioides endógenos, que se unirían a los receptores opioides de los nervios periféricos, inhibiendo así la transmisión de señales nociceptivas del sistema nerviosos periférico al central.

5. Vía antiinflamatoria colinérgica:

De la misma forma que sucede en el tratamiento de los PGM, la PS también puede ejercer una acción antiinflamatoria cuando se aplica a nivel del tejido conjuntivo, mediante la vía colinérgica. Esta vía constituye un mecanismo neurológico que inhibe la respuesta inflamatoria aguda innata que se produce ante la invasión de patógenos o ante la lesión tisular, de forma que el sistema nervioso regula de forma refleja y en tiempo real la respuesta inflamatoria (81,82). A este respecto, Oke y Tracey (81,83) proponen la posibilidad de que la inserción de una aguja percutáneamente pueda actuar como interferencia en el reflejo inflamatorio, por su acción sobre el sistema nervioso autónomo, sobre todo en el nervio vago.

1.1.4. Tipos de aguja utilizadas en punción seca.

Como ya se ha explicado al hablar del origen y evolución de la PS, esta técnica deriva del tratamiento inicial de los PGM con una aguja hueca mediante la que se infiltraban anestésicos locales. Posteriormente, y en base a estudios que demuestran, como mínimo, la misma efectividad de la punción en PGM con una aguja sólida como las de acupuntura, se desarrolló el tratamiento con PS (27).

De esta forma, la característica distintiva que define a la PS es la penetración de la aguja sin la introducción de ningún tipo de sustancia o fármaco, más que no el tipo de aguja utilizada (40).

Desde sus inicios como técnica propia para el tratamiento de los PGM, las agujas que más se han utilizado en PS son las mismas que ya se utilizaban para el uso clásico de la Acupuntura. Se trata de agujas filiformes, siendo las más utilizadas las de “tipo chino” o clásico (Figura 12).

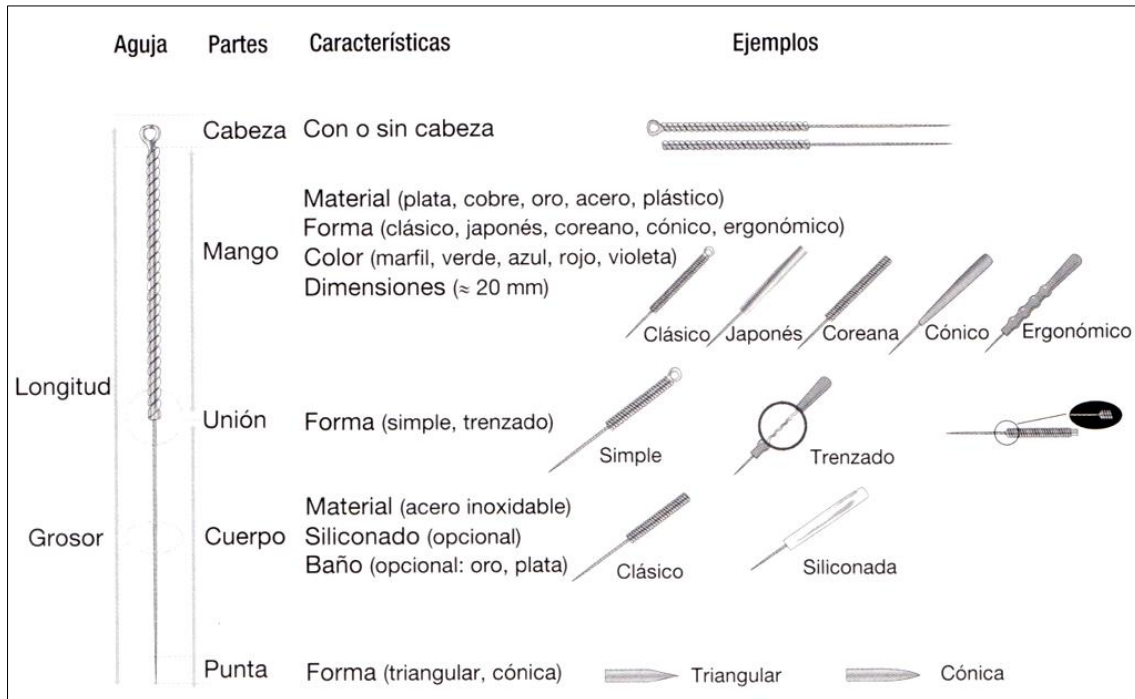


Figura 12. Aguja tipo. Partes, características y ejemplos (69).

La fuerza con la que la PS se ha impulsado dentro del campo terapéutico de la Fisioterapia ha hecho que en los últimos tiempos diferentes casas comerciales, productoras y distribuidoras, hayan desarrollado agujas específicas para la PS (Figura 13). Las principales diferencias respecto a las tradicionales de acupuntura del “tipo chino” son (69):

- No tienen cabeza, lo que favorece una mayor precisión en la punción.
- El mango es más grueso y rígido, para mejorar la manipulación y el control del movimiento durante su manipulación en el tratamiento.
- Cuerpo de acero inoxidable quirúrgico, lo que les proporciona una mayor dureza, permitiendo un mejor afilado y su mantenimiento durante las múltiples inserciones.
- Tienen una triple cubierta lubricante, facilitando la penetración de la aguja y haciéndola más indolora.
- Tienen un triple pulido, lo que elimina las irregularidades que pueden hacer más molesta la inserción de la aguja.



Figura 13. Aguja de punción seca (PS).

Aguja tipo específicamente diseñada para la PS - *APS AguPunt Dry Needling®*.

Estas agujas específicas de PS han sido pensadas y diseñadas para el tratamiento de los PGM con la técnica de entrada y salida rápida de Hong. Las modificaciones que se le han aplicado la han convertido en una aguja con un gran deslizamiento y baja fricción con los tejidos en los que penetra, favoreciendo su entrada y salida a la vez que de una forma más indolora.

Sin embargo, estas ventajas para la aplicación de las agujas en una modalidad técnica en concreto como la de entrada y salida rápida hace que sea menos efectiva en otras, como puede ser el caso de la técnica con giro de la aguja. En la mayoría de ocasiones, con la técnica de giro de la aguja se busca producir el efecto de “*needle grasp*”, con la consiguiente acción sobre el tejido conjuntivo-fascial mediante el fenómeno de “*mecanotransducción*”, (véase apartado “*1.1.3.2.2. Mecanismos de acción de la punción seca en el tejido conjuntivo*”). Tal y como se desprende de los estudios realizados acerca de este fenómeno del “*agarre de la aguja*” (71–76), las agujas más rugosas y menos pulidas facilitan el agarre y acoplamiento inicial del tejido conjuntivo al cuerpo de la aguja. En este sentido, las agujas compuestas de materiales como el oro favorecen este acoplamiento en mayor grado ya que, además de favorecer posiblemente la atracción electrostática, a nivel microscópico tienen más rugosidades en el cuerpo de la aguja para facilitar su “*agarre*” (Figura 14).

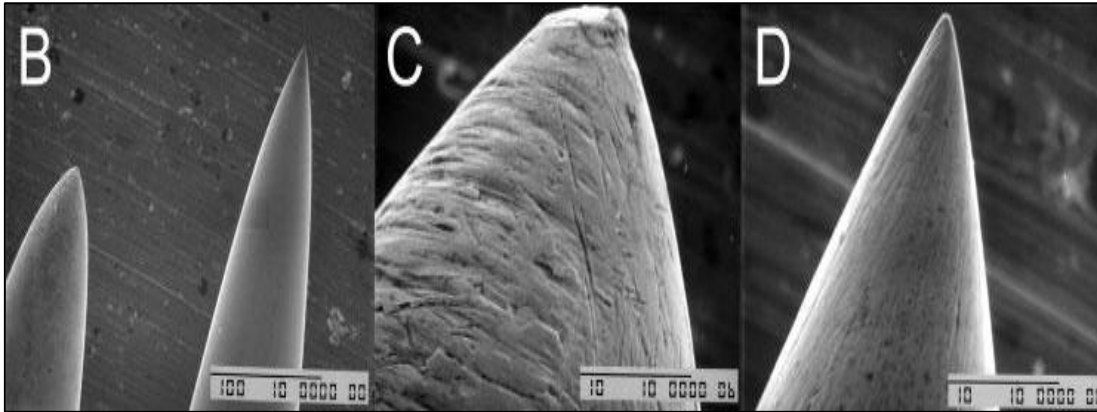


Figura 14. Vista microscópica de diferentes tipos de aguja.

B: Imágenes de microscopía electrónica de barrido de agujas de acupuntura de oro reutilizables (izquierda) y de acero inoxidable desechables (derecha). Ampliación original, 350X. C, D: microscopía electrónica de barrido de agujas de oro (C) y acero inoxidable (D). Ampliación original, 3500X. La superficie de la aguja de oro es visiblemente más rugosa que la de acero inoxidable. Barras de escala de 100 μ m en B, y 10 μ m en C, D (74).

Más recientemente se han diseñado agujas de PS específicamente diseñadas para facilitar el agarre de la aguja en el tejido conjuntivo de la fascia. Es el caso de la marca Agu-punt[®] con las denominadas “APS Fascia”, que facilitan el acoplamiento entre el cuerpo de la aguja y el tejido conjuntivo-fascial al realizar el movimiento de rotación de la aguja.

En referencia al tamaño, destacar que el diámetro de la aguja también es importante para poder producirse el “*needle grasp*”. Se ha comprobado (74) que en agujas con un diámetro de sección superior a 1 mm. el tejido sigue inicialmente a la aguja en su rotación durante menos de 90 grados pero luego se libera de ella, sin adherirse a sí mismo e iniciar el enrollamiento fascial.

1.2. SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

1.2.1. Definición y prevalencia.

La disposición del túnel carpiano (TC) en forma de estrechamiento cerrado favorece la aparición del cuadro clínico del STC, definido como el conjunto de síntomas y signos clínicos causados por la compresión del nervio mediano (NM) dentro del TC (106). Los síntomas clásicos de STC incluyen entumecimiento, hormigueo, ardor o dolor en al menos dos de los tres dedos inervados por el NM (pulgares, índice y corazón) (107).

En su última práctica de guía clínica publicada en 2016 (108), la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) define el STC como *“una neuropatía por compresión sintomática del NM a nivel de la muñeca, caracterizada fisiológicamente por evidencia de aumento de la presión dentro del TC y disminución de la función del nervio a ese nivel. El STC puede ser causado por muchas enfermedades, afecciones y eventos diferentes. Se caracteriza en los pacientes por producir entumecimiento, hormigueo, dolor de manos y brazos y disfunción muscular. El trastorno no está restringido por edad, género, etnia u ocupación y está asociado o causado por una enfermedad sistémica y factores mecánicos y patológicos locales”*.

El STC es el ejemplo más claro de atrapamiento de un nervio periférico en su paso a través de un compartimento anatómico que se estrecha, representando el 90% de todas las neuropatías (109,110).

La prevalencia del STC en la población general se estima en torno al 3%, siendo del 1% de los hombres y del 7% de las mujeres (109,111). La incidencia es de 105 casos por 100.000 personas-año (52 casos de cada 100.000 para hombres y 149 de cada 100.000 para mujeres), y el periodo de edad en el que se padece con mayor frecuencia STC es el de los 45 a 54 años (109,111).

Tradicionalmente, al STC con una etiología principal de tipo mecánico, en cuanto a la incompatibilidad entre el tamaño del NM y el contenido del TC, se le conoce como *STC idiopático* (112). En el presente trabajo se desarrollará todo lo concerniente a este tipo de STC, el más común y prevalente, aunque no debemos

olvidar que existen otros tipos de STC, con una etiología diferente y, por consiguiente, una patofisiología y terapéutica también diferentes.

Los otros tipos de STC se pueden agrupar dentro de la categoría de *secundarios* (112), donde el aumento de presión intratúnel y la compresión del NM se producen por otros mecanismos diferentes a los desarrollados en el presente trabajo.

Algunas de las enfermedades que afectan la membrana sinovial y pueden causar un *STC secundario* pueden ser: diabetes, artritis reumatoide, sarcoidosis, tenosinovitis purulenta, tuberculosis, lupus eritematoso sistémico, hipo o hipertiroidismo, gota y amiloidosis (112).

A partir de este momento, en el presente trabajo de tesis doctoral, salvo si se alude específicamente a otro tipo de STC, entenderemos que nos referimos al STC de tipo *idiopático*.

1.2.2. Anatomía del túnel carpiano.

El TC es un compartimento anatómico de forma triangular con bordes redondeados que ocupa el 20% del total de la sección del área transversal de la muñeca (113). Este compartimento está cerrado anteriormente por el LTC, y se caracteriza por ser una zona de estrechamiento y posible compresión de las estructuras que discurren en su interior, destacando el compromiso del NM.

Podemos clasificar las diferentes estructuras de que se compone el TC en dos grandes categorías, dependiendo de si son parte constitutiva de los límites periféricos del túnel (*continente*), o estructuras que ocupan el interior del mismo (*contenido*) (Figura 15).

1.2.2.1. Continente del túnel carpiano.

Como continente se entiende a las estructuras que forman los límites del TC propiamente dicho, dándole forma y convirtiéndolo en un túnel cerrado. Está formado por cuatro paredes: tres óseas (dorsal, medial y lateral) que forman en su conjunto una concavidad conocida como "*surco carpiano*", y una ventral de tipo fibro-ligamentoso, que recibe el nombre de "*techo del TC*" (106).

En el plano ántero-posterior el TC tiene una forma “en reloj de arena” (Figura 16), localizándose su parte más estrecha entre el gancho del ganchoso y el tubérculo del trapecio (114). Las dimensiones del TC en este sentido son de $25 \pm 1,2$ mm proximalmente, $20 \pm 1,2$ mm en el gancho del ganchoso y $25 \pm 1,5$ mm en su zona más distal.

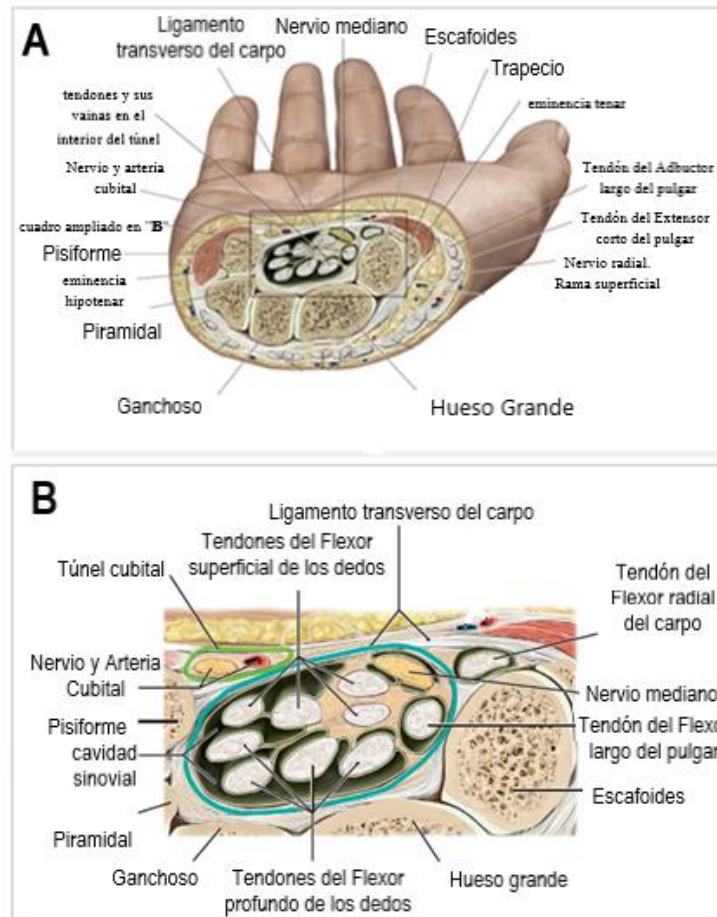


Figura 15. Anatomía del túnel carpiano - continente y contenido.

Corte transversal completo de la muñeca (A) y ampliación (B). Se pueven observar tanto el *continente*, compuesto por los huesos del carpo y el ligamento transverso del carpo, como el *contenido*, compuesto por 9 tendones (4 del músculo flexor profundo de los dedos, 4 del músculo flexor superficial de los dedos y 1 del músculo flexor largo del pulgar) y el nervio mediano. Traducción y adaptación del original (115).

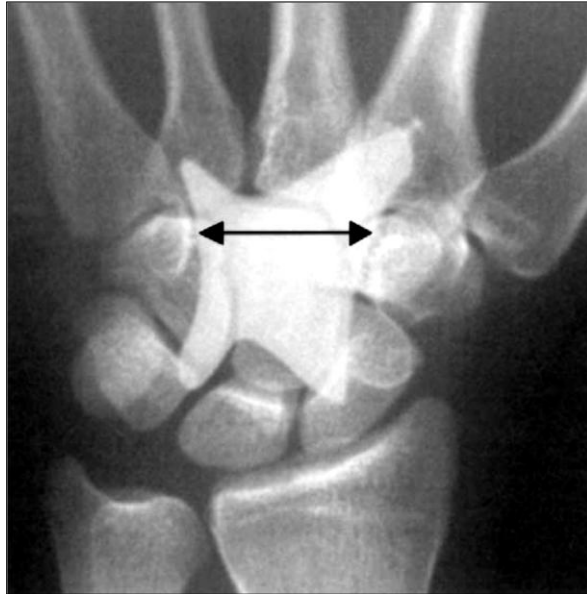


Figura 16. Túnel carpiano - forma de "reloj de arena".

Radiografía con contraste donde se observa la parte más estrecha localizada entre el gancho del ganchoso y el tubérculo del trapecio (114).

1.2.2.1.1. Surco carpiano.

El "*surco carpiano*" se compone por la totalidad de los huesos del carpo, dispuestos en dos filas o hileras de 4 huesos cada una. La más proximal está formada, de radial a cubital, por el escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme, mientras que la distal la componen, también de radial a proximal, los huesos trapecio, trapezoide, hueso grande y ganchoso. Estos ocho huesos, de formas muy irregulares, están conectados entre sí por un número elevado de ligamentos, conocidos como ligamentos intercarpianos (116).

El surco carpiano determina los límites dorsal, lateral y medial del TC. El borde o pared lateral viene dada por la eminencia radial del carpo, formada por los tubérculos de los huesos del escafoides y el trapecio, mientras que la eminencia cubital del carpo delimita el borde o pared medial, constituida por el hueso pisiforme y el gancho del hueso ganchoso (117).

1.2.2.1.2. Techo del túnel carpiano: ligamento transverso del carpo.

El “techo del TC” lo forma el LTC, uniendo los extremos de las paredes lateral (escafoides y trapecio) y medial (pisiforme y gancho del ganchoso) entre sí ventralmente (115). Con esta estructura el TC se convierte en un compartimento anatómico cerrado, circunscrito a los límites que le dan los diferentes componentes de su continente.

En el ámbito de la Anatomía ha existido, durante mucho tiempo, disparidad de opiniones entre diferentes autores respecto a la descripción y terminología más apropiadas para referirse a las estructuras fasciales y ligamentosas de la región palmar de la muñeca. Tanto en textos de Anatomía como entre los especialistas han coexistido diferentes nomenclaturas para identificar a una misma estructura, utilizándolas con significado sinónimo o complementario. Las diferentes formas utilizadas han sido ligamento anular del carpo, ligamento palmar del carpo, retináculo flexor del carpo o LTC. Entre éstas, las más frecuentemente utilizadas son las dos últimas. En la edición de *Terminologia Anatomica* de 1998 (118) se intentó solventar estos problemas de terminología, al menos de forma aparente, con la recomendación de usar sólo el término de retináculo flexor del carpo.

Pero, recientemente, existen autores que reclaman una utilización concreta y diferenciada de esta terminología. Se constata una clara diferenciación de dos estructuras fibrosas en la región palmar de la muñeca, con diferentes características desde el punto de vista macro-anatómico y, sobretudo, histológico: una más superficial correspondiente a un refuerzo de la fascia antebraquial y otra más profunda que citan como LTC (Figura 17 y Figura 18) (119). Estas dos estructuras tienen una composición bien diferenciada:

- El refuerzo de la fascia antebraquial en la región ventral de la muñeca, nombrado como retináculo flexor, está compuesta por la superposición de tres capas de haces de fibras onduladas de colágeno. En cada una de estas capas la alineación de las fibras de colágeno se da de forma paralela, siendo a su vez diferente entre ellas (Figura 19). Estas tres capas están separadas entre sí por una fina capa de tejido conectivo laxo. Las dos capas más profundas del retináculo flexor se separan para

englobar al tendón del flexor radial del carpo radialmente, y, cubitalmente, al contenido del canal de Guyon y el tendón del flexor cubital del carpo (120).

- El LTC se diferencia anatómicamente, en un plano más profundo, del refuerzo de la fascia antebraquial, mediante una fina capa de tejido adiposo (121).
- La fascia antebraquial tiene una mayor densidad en su composición de fibras de tejido conectivo laxo que el LTC, formado por fibras de colágeno más gruesas y menos elásticas (Figura 19).
- El número de terminaciones de fibras nerviosas existentes en la capa superficial (fascia antebraquial) es mucho más alta que en la profunda (LTC). De igual forma, la función de estas fibras nerviosas también difiere, siendo de características sensoriales la primera y mecánicas la segunda.

Las diferencias en las características anatómo-histológicas de estas dos estructuras condicionarán, como es lógico, un comportamiento fisiológico y biomecánico distinto. Pero justamente estas diferencias son las que nos conducen a una aplicación terminológica más ajustada a la realidad. Mientras que la capa fibrosa más superficial encaja, en cuanto a sus características histológicas, con la definición de una fascia (en este caso nombrada antebraquial), la capa más profunda reúne las condiciones que definen un ligamento (119). De esta forma, el término que más se ajusta a esta estructura es la de LTC, definido como una lámina fibrosa resistente con orientación transversa de sus fibras, que conecta los huesos pisiforme y ganchoso con el escafoides y trapecio, formando el "techo del TC".



Figura 17. Estructuras fasciales de la región ventral del carpo.

El retináculo flexor (FR) se encuentra en un plano anatómico diferente con respecto al ligamento transverso del carpo (TCL). Perforación de la fascia antebraquial (AF) por el tendón del palmar largo (PL) en el tercio distal del antebrazo (119).

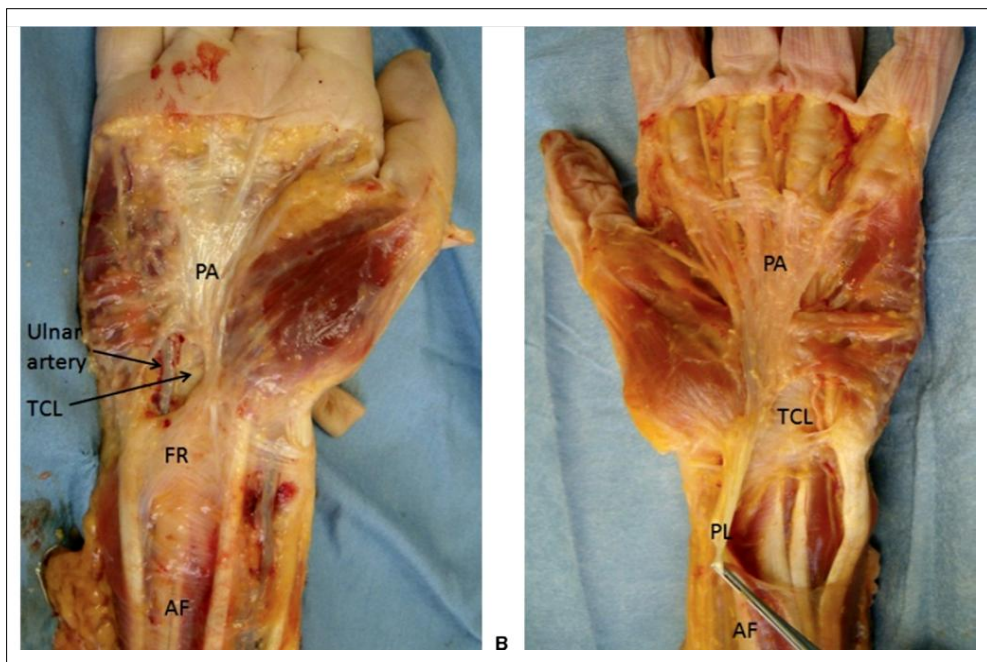


Figura 18. Diferenciación entre retináculo flexor y ligamento transverso del carpo.

A: Retináculo flexor del carpo (FR) claramente definido en continuidad con la fascia antebraquial (AF) y formando el techo de Canal de Guyon; el techo del túnel carpiano es el ligamento transverso del carpo (TCL). **B:** Retináculo flexor cortado y reflejado radialmente junto con el tendón palmar largo (PL) para mostrar el TCL (119).

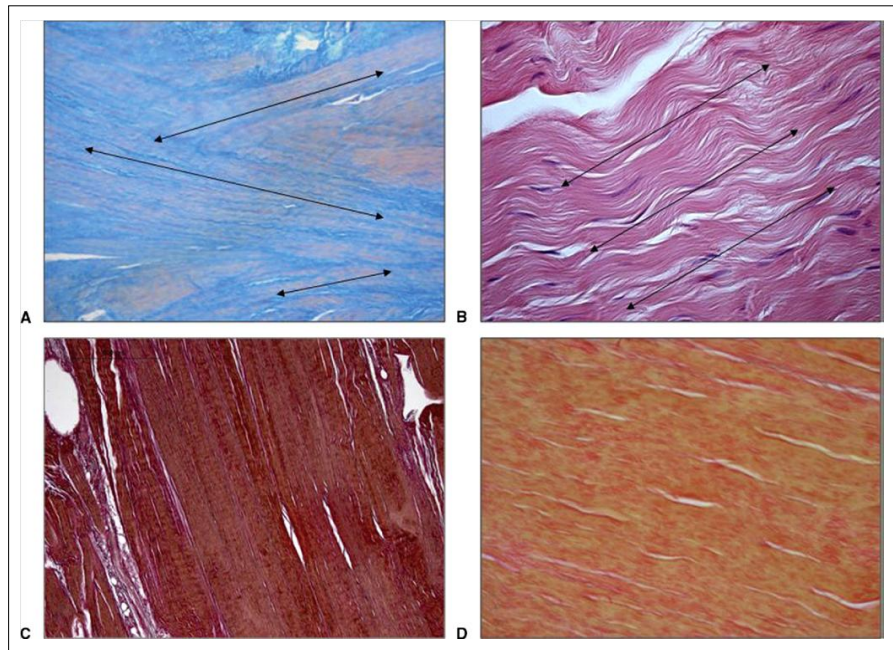


Figura 19. Análisis histológico del retináculo flexor y ligamento transversal del carpo.

A: Retináculo flexor del carpo. Obsérvese la diferente disposición en la dirección de los haces de fibras de colágeno. **B:** Ligamento transversal del carpo. Todas las fibras de colágeno discurren en la misma dirección. **C:** Retináculo flexor del carpo. Sólo se pudieron identificar unas pocas fibras elásticas, principalmente en el tejido conectivo laxo entre subplanos fibrosos. **D:** Ligamento transversal del carpo. No se pudieron ver fibras elásticas (119).

Las principales características anatómicas del LTC a destacar son (121):

- En el plano transversal, las zonas de inserción ósea del LTC a nivel distal, desde el trapecio al ganchoso, es más larga y aplanada que su inserción ósea proximal, que une el escafoides con el pisiforme, donde es más corta y redondeada (Figura 20). Se establece una relación de 2:1 en cuanto a longitud:anchura para la inserción distal y de 1:1 para la proximal (122). Las inserciones del LTC en sus bordes radial y cubital dejan una clara impronta, con extensiones medias de 6 x 6 mm. en el escafoides (distancia máxima de proximal a distal x radial a cubital), 13 x 6 mm. en el trapecio, 9 x 6 mm. en el pisiforme, y 11 x 5 mm. en el ganchoso.
- En dirección longitudinal, en concordancia con lo ya comentado respecto a la forma característica del TC “en reloj de arena” (Figura 16), la longitud del LTC es más corta en su parte media, con 14,4 mm., que en los bordes radial y cubital, con 16,5 mm. y 15,1 mm. respectivamente (121).

- Tomando como punto de referencia su parte media, el grosor del LTC es variable, siendo más fino proximalmente y engrosándose de forma progresiva en dirección distal. El valor medio del grosor del LTC es de 2,1 mm., localizándose sus porciones más gruesas en la parte media y borde cubital a nivel distal, y en el borde radial a nivel proximal (121). Los resultados obtenidos en otros estudios (114,121) siguen esta tendencia media, aunque los registros oscilan entre los 0,8 – 1,5 mm. para el grosor proximal y entre los 2,5 - 6 mm. para el distal. Según Coob et al., 1993, el grosor del LTC y retináculo flexor juntos en la zona del TC es 10 veces mayor que el de la fascia antebraquial (114).
- La orientación principal de las fibras del LTC (Figura 21) siguen una dirección transversal, con valores superiores al 60% (121). Con un 18.6% le sigue las fibras con dirección oblicua en sentido pisiforme-trapecio, las también oblicuas en sentido escafoides-ganchoso con un 13%, y, por último, las longitudinales con un 8,6%.
- Se conoce el origen de tres músculos en el LTC (Figura 22) (123): radialmente se insertan una porción amplia del abductor corto del pulgar y una porción menos extensa del flexor corto del pulgar. En concreto, el 68% de la musculatura tenar se origina en la cara anterior del LTC. Cubitalmente, el LTC da origen a una porción del flexor corto del dedo meñique.

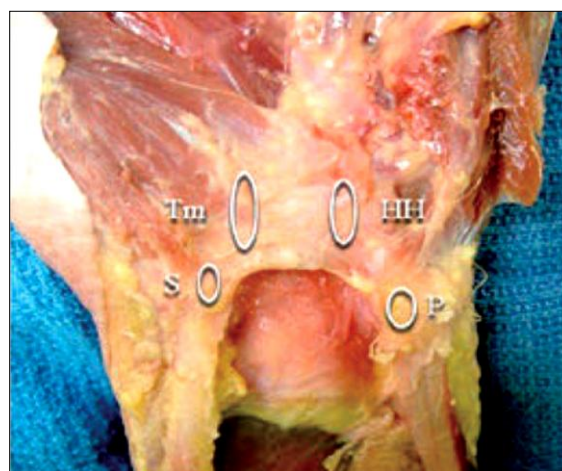


Figura 20. Ligamento transverso del carpo - inserciones.
Tm: trapecio, HH: gancho del ganchoso, P: pisiforme, S: escafoides (124).

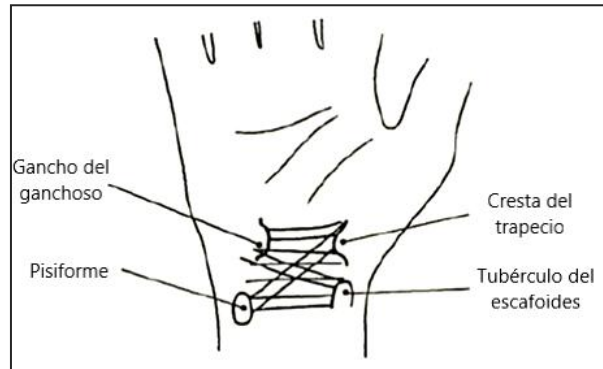


Figura 21. Ligamento transverso del carpo - dirección de fibras.
Traducida y adaptada del original (125).

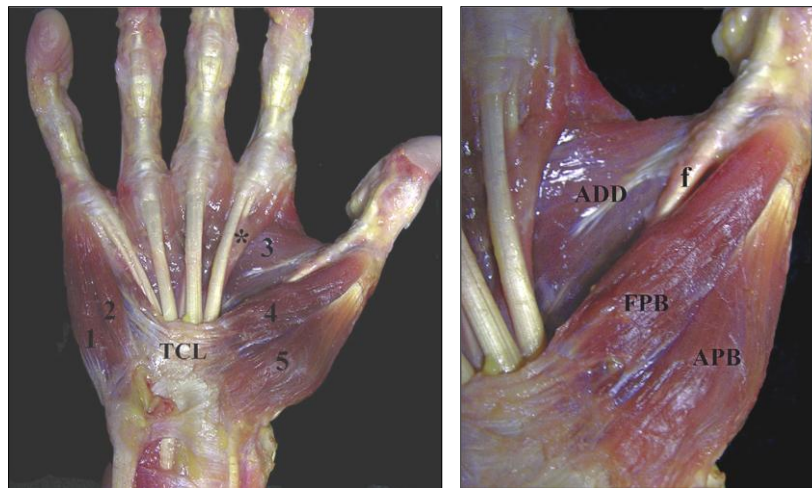


Figura 22. Ligamento transverso del carpo (TCL) - Inserciones musculares (126).
Abductor corto del pulgar: nº 5 en la imagen de la izquierda y APB en la de la derecha.
Flexor corto del pulgar: nº 4 en la imagen de la izquierda y FPB en la de la derecha.
Flexor corto del dedo meñique: nº 2 en la imagen de la izquierda.

1.2.2.2. Contenido del túnel carpiano.

En el interior de este túnel cerrado, formado por las paredes del continente, encontramos el contenido del TC. Este contenido consta de 10 estructuras en total: 9 tendones (4 del músculo Flexor Superficial de los Dedos - FSD, 4 del músculo Flexor Profundo de los Dedos – FPD, y 1 del músculo Flexor Largo del Pulgar - FLP) y un nervio (NM) (Figura 15) (113).

Además de los elementos ya citados, podemos incluir dentro del contenido a una estructura intermedia situada entre las paredes del continente y los tendones del

contenido situados en los márgenes radial y cubital. Se trata de dos bursas serosas que disminuyen la fricción entre los huesos de estas paredes y los tendones flexores adyacentes a ellas, durante el movimiento de la muñeca y los dedos (127). La *bursa cubital* se sitúa entre los tendones de los flexores de los dedos y la pared cubital, mientras que la *bursa radial* se interpone entre el tendón del FLP y la pared radial. La comunicación entre estas dos bursas suele ser frecuente.

1.2.2.2.1. Nervio Mediano.

El NM (128) es uno de los dos nervios más largos de la extremidad superior. Consta de fibras motoras y sensoriales y se origina de las raíces espinales del plexo braquial, con la unión en la fosa axilar de los fascículos medial (C8-T1) y lateral (C5-C7). Estos fascículos crean una estructura en forma de horquilla que rodea a la arteria axilar. En el brazo, el NM discurre en compañía de la arteria braquial atravesando el surco bicipital medial del brazo. Luego, junto con la arteria, desciende a la fosa cubital debajo de la aponeurosis del músculo bíceps braquial (o *lacertus fibosus*). En algunos individuos, el *lacertus fibosus* puede llegar a unirse a la vaina conectiva paraneural del NM (129). Desde la fosa cubital, el NM se introduce entre las dos cabezas del pronador redondo, emergiendo de ellas y posicionándose entre los músculos FPD y FSD (Figura 23). En el tercio inferior del antebrazo, el NM se vuelve más superficial. Está cubierto anteriormente por la fascia antebraquial y, parcialmente, por el tendón del músculo Palmar Largo. En esta región del antebrazo el NM va acompañado lateralmente por el tendón del Flexor Radial del Carpo y medialmente por el tendón del FLP (Figura 24). Estudios anatómicos (129) han demostrado la íntima relación entre los tejidos conectivos de la vaina paraneural del NM y el epimysio de los músculos que lo rodean (Figura 25).

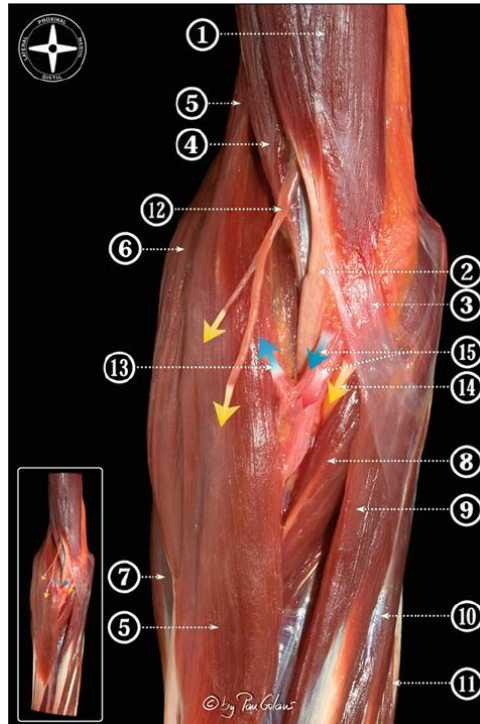


Figura 23. Nervio mediano - Trayecto y relaciones en el plano superficial de la región del codo (130).
1: músculo bíceps braquial, 2: tendón bíceps braquial, 3: lacertus fibrosus, 4: músculo braquial, 5: músculo braquiorradial, 6: extensor radial largo del carpo, 7: extensor radial corto del carpo, 8: pronador redondo, 9: flexor radial del carpo, 10: palmar largo 11: flexor cubital del carpo, 12: nervio musculocutáneo, 13: rama venosa comunicante (corte) entre las venas superficiales y las venas humerales, 14: nervio mediano, 15: arteria humeral.

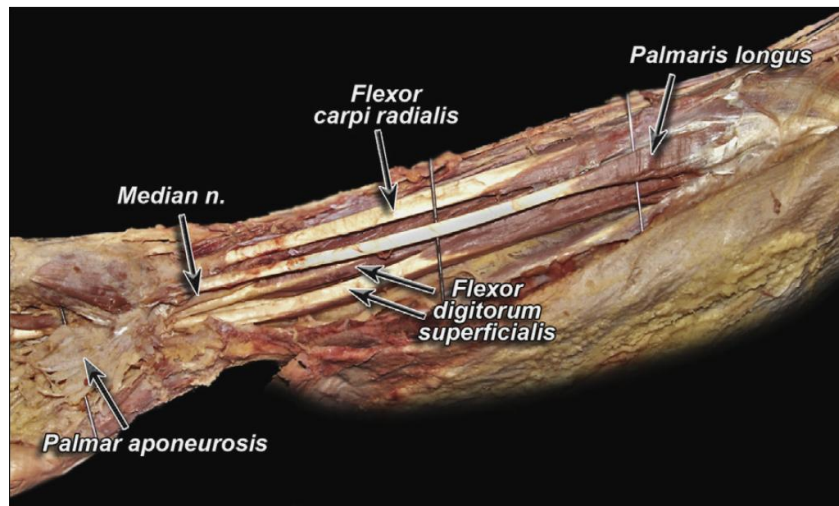


Figura 24. Nervio mediano - Trayecto y relaciones en el plano superficial de la región del antebrazo (131).



Figura 25. Nervio mediano - Relación miofascial.

Conexión entre la vaina paraneural del nervio mediano y el epimisio del músculo que lo rodea (129).

Antes de llegar a la muñeca, unos 4-7 cm. proximal al pliegue de la misma, el NM da una rama conocida como cutánea palmar (Figura 26) (106). Esta rama se origina con mayor frecuencia del lado medial del NM, discurre al lado del tronco principal durante 1,6-2,5 cm., separándose de éste como una rama cutánea que emerge distal al músculo Flexor Superficial de los Dedos. Sigue una dirección paralela al borde medial del tendón del Flexor Radial del Carpo, con el que mantiene una conexión fascial, colocándose entre éste tendón y el del palmar largo. Esta rama nerviosa perfora la fascia del antebrazo y emerge 0,8 cm más proximal al pliegue de flexión de la muñeca, situándose entre las capas superficiales y profundas del Retináculo Flexor. Pequeñas ramas proporcionan inervación sensitiva de la piel de la eminencia tenar y la región palmar proximal.

Una vez ha alcanzado la muñeca (113) el NM se introduce en el interior del TC, como norma general, a nivel de la línea media o ligeramente radial a ésta (Figura 27). El trayecto del nervio puede cambiar ligeramente a dirección radial o cubital mientras atraviesa el túnel. Además de este posible cambio de dirección, el NM también varía en su forma a medida que avanza por el túnel, siendo ovalado al inicio y aplanándose gradualmente conforme se hace distal.

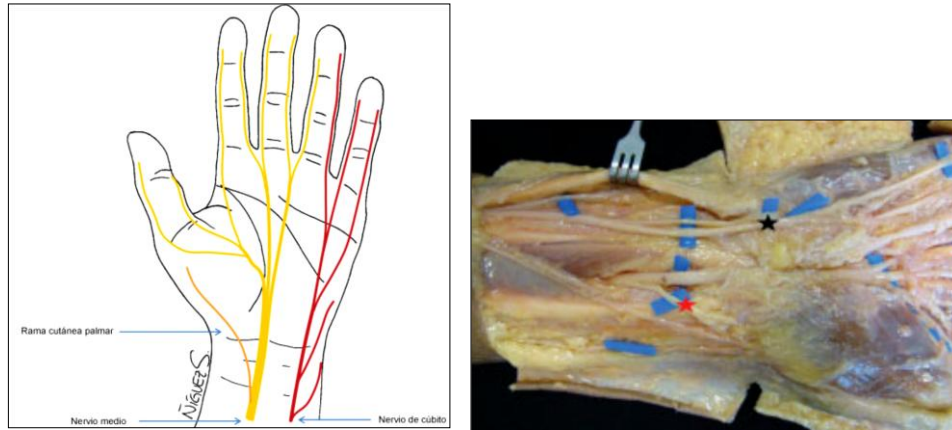


Figura 26. Nervio mediano – divisiones en muñeca y mano (I).

En la imagen izquierda, esquema del nervio mediano y sus divisiones a la altura de la muñeca y mano. En la imagen derecha, disección anatómica donde se ven estas ramificaciones: la estrella roja marca la rama cutánea palmar (132).

En su trayecto a lo largo del TC (Figura 15) (128), el NM discurre en el plano más superficial del interior del túnel, situándose inmediatamente inferior al LTC, con el que mantiene un contacto íntimo hasta su salida. Posterior y lateral al NM encontramos el tendón del FLP, englobado en su vaina sinovial, mientras que medialmente se pueden encontrar los tendones de los FSD y FPD, cubiertos también por una vaina sinovial. En cuanto se introduce en el túnel, el NM también se rodea de una cobertura protectora propia de tejido conectivo laxo compuesta por dos capas, parietal y visceral, lo que favorece su deslizamiento cuando la mano cambia de posición.

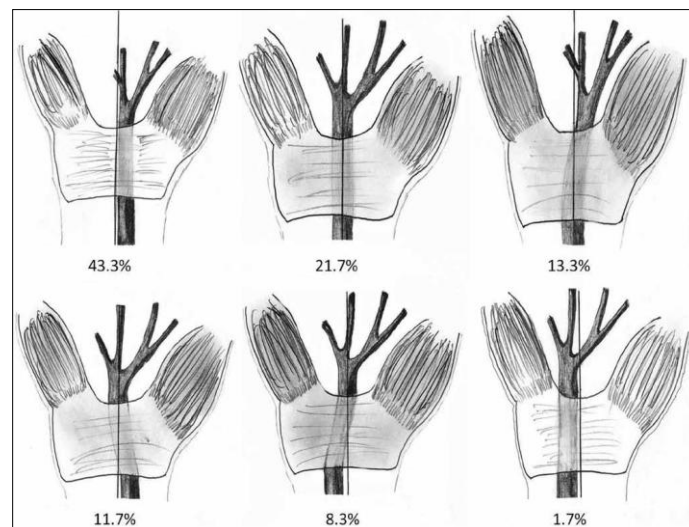


Figura 27. Posición y trayecto del nervio mediano a su paso por el túnel carpiano (133).

A su salida del TC, aún por debajo del LTC, el NM se divide en las ramas medial y lateral (Figura 28) (134). La rama medial termina en dos nervios digitales comunes que aportan la inervación motora al segundo lumbrical, y la inervación sensorial a la palma y los dedos. La rama lateral emite la rama motora tenar (RMT) antes de dar lugar a los nervios digitales comunes que suministran la inervación motora al primer lumbrical y la sensorial del lado lateral de la mano. La RMT (Figura 28), también conocida como “*rama recurrente del NM*”, por lo general se origina del lado radial del mismo tronco del NM o junto con el primer nervio digital palmar común, en la parte cercana al borde distal del LTC, cuando sale del TC (128). Esta forma de división más frecuente de la RMT, que podemos llamar “*extraligamentosa*”, discurre anterior y lateral, próxima al lado radial de la vaina sinovial del tendón del flexor largo del pulgar. Se arquea sobre el borde distal del LTC y alcanza el grupo muscular de la eminencia tenar, a la mayor parte del cual proporciona inervación motora (oponente del pulgar, abductor del pulgar y porción superficial del flexor corto del pulgar).

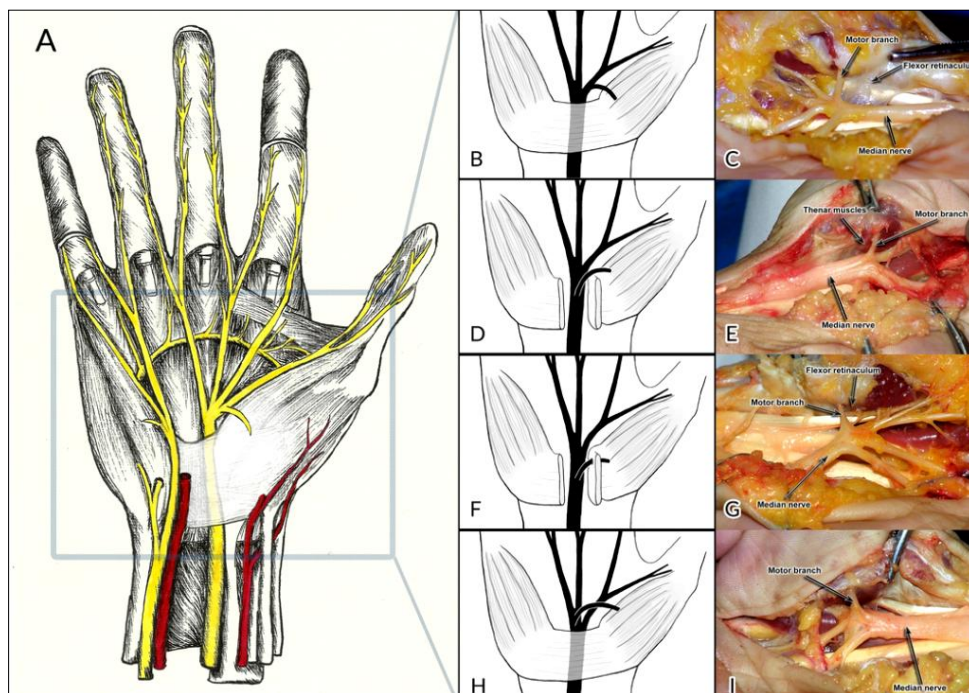


Figura 28. Nervio mediano – divisiones en muñeca y mano (II).

(A): Esquema del trayecto y ramificaciones del nervio mediano en la muñeca y mano (B, C): rama motora tenar (RMT) extraligamentosa con ramificación en el lado radial. (D, E): RMT subligamentosa. (F, G): RMT transligamentosa. (H, I): RMT extraligamentosa con ramificación en el lado cubital (134).

1.2.2.3. Variantes anatómicas.

En un estudio de disección cadavérica, sobre una muestra de 89 manos, Barbe y col. (135) determinaron la frecuencia de estructuras con anomalías dentro del TC. El 29% de las manos examinadas tenían de 2 a 5 variaciones, mientras que otro 27% presentaba una anomalía de forma única.

1.2.2.3.1. Variantes del Nervio Mediano.

La literatura científica reporta una alta prevalencia en la población general respecto a la presencia de variaciones anatómicas en el NM. A pesar de ello, pocos manuales de anatomía hacen referencia de estas variaciones.

Nervio Mediano Bífido.

Numerosos autores informan de la alta posibilidad de subdivisión del tronco principal del NM en la región distal del antebrazo, dando lugar a una rama cubital y otra radial. Esto es lo que se conoce como NM Bífido (NMB) (Figura 29). Los datos varían entre 1-3,3% de los casos (106).

El NMB suele estar asociado a una arteria mediana persistente (AMP) o a una rama accesoria del Flexor Superficial del tercer dedo (106,134). Durante la etapa uterina la arteria mediana es la fuente principal de suministro de sangre a la mano, pero sufre una regresión durante el desarrollo embrionario, hasta desaparecer en la mayoría de la población. Cuando la AMP está presente, con una prevalencia que varía del 10% al 50% según la población, suministra sangre al arco palmar superficial o a los dedos radiales, acompañando al NM (134).

El porcentaje de esta asociación entre el NMB y la AMP es variable según los resultados de diferentes estudios: desde el 1-16% (106) al 63% (134) de los casos.

De las dos partes que componen el NMB, la división radial es la más importante, y presenta con mayor frecuencia un trayecto atípico (128). En algunas ocasiones la división radial del NM atraviesa el TC separada del resto del contenido de éste, dentro de un túnel fibro-ligamentoso propio.

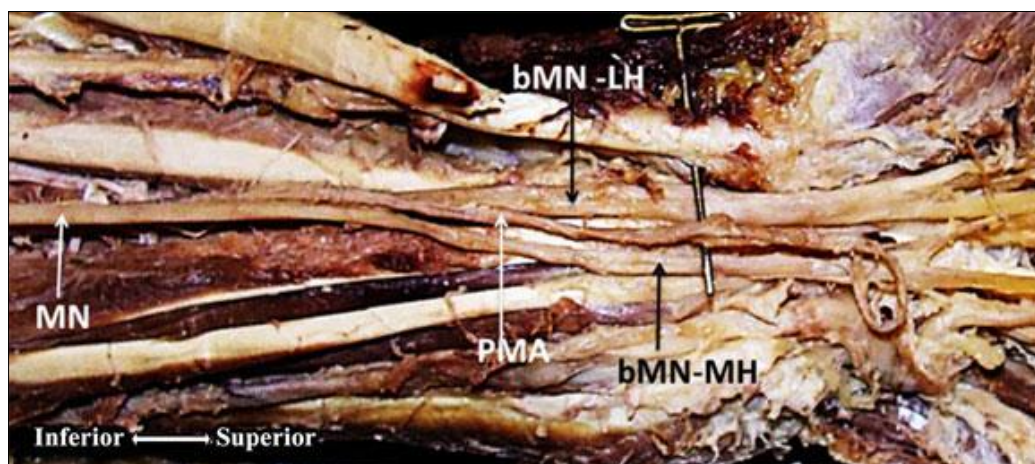


Figura 29. Nervio mediano bífido.

Imagen donde se observa la presencia de una arteria mediana persistente (*PMA*), situada entre las 2 cabezas del nervio mediano bífido (*bMN*) en un antebrazo izquierdo. *MN*: nervio mediano; *bMN-LH*: nervio mediano bífido-cabeza lateral; *bMN-MH*: nervio mediano bífido-cabeza medial (136).

Rama Motora Tenar.

Las variantes anatómicas del NM más frecuentes en número se dan en su RMT, tanto en el origen como en el trayecto y estructuras que atraviesa.

Como ya se ha explicado en el apartado referente a la anatomía normal del NM, la RMT se origina normalmente en el lado radial del tronco del NM cuando sale del TC, en la zona cercana al borde distal del LTC (Figura 28B y C). De forma cuantitativa, diferentes estudios nos reportan datos de una prevalencia del 97,9% para el origen de la RMT en el lado radial/ ántero-radial y del 2,1% para el lado cubital (Figura 28H y I) (134).

En cuanto a la simetría del trayecto de la RMT, el 72,3% de las manos mantienen la misma simetría de forma bilateral, mientras que el 27,7% muestran un trayecto diferente de una mano a la otra (134).

La primera clasificación de las posibles variantes de la RMT en lo referente a su trayecto fue elaborada por Poisel (137) en 1974. El sistema de clasificación de Poisel ha sido utilizado en numerosas investigaciones, dividiendo las posibles RMT en tres tipos (128):

- Tipo I o “*extraligamentoso*” (Figura 28B y C): la RMT se origina distal al borde del LTC, toma un curso retrógrado, arqueándose sobre el LTC, para alcanzar la musculatura tenar. Este tipo es el más frecuente, con valores del 46% de los casos.
- Tipo II o “*subligamentoso*” (Figura 28D y E): la RMT nace en el interior del TC, permaneciendo profundo al LTC hasta alcanzar su borde distal, donde se curva para llegar a los músculos tenares. Los cálculos realizados determinan la presencia de este tipo en el 31% de la población.
- Tipo III o “*transligamentoso*” (Figura 28F y G): la RMT nace en el interior del TC y atraviesa el LTC para alcanzar la musculatura tenar. Este tipo es el menos frecuente, con un valor del 23% de la población.

En 1977, Lanz (Figura 30) (138) determina en un 12% la presencia de variantes en el trayecto de la RMT considerado como normal. Además, expande el sistema de clasificación original de Poisel, incluyendo variaciones del NM en el interior del TC. Describe cuatro grupos de variantes de la RMT (133,134,138):

- Grupo 0 – RMT “*extraligamentosa*”. Se ha determinado como el tipo más frecuente, por lo que se puede catalogar como la variante estándar.
- Grupo 1 – variantes en el trayecto de la RMT. Se diferencian 4 subgrupos:
 - 1A - “*subligamentoso*”: la RMT comienza debajo del LTC, aún en el interior del TC, y luego se dobla alrededor de su borde distal.
 - 1B - “*transligamentoso*”: la RMT se origina en el lado radial del NM y luego pasa a través del LTC.
 - 1C - “*cubital*”: la RMT surge del lado cubital del NM.
 - 1D - “*supraligamentoso*”: la RMT surge también del lado cubital, arqueándose alrededor del borde distal del LTC.
- Grupo 2 – ramas accesorias del NM, originadas en la zona distal del TC.
- Grupo 3 – divisiones importantes del NM:
 - 3A – sin presencia de arteria AMP. en tres subgrupos según la ausencia (Grupo III a) o la presencia de una arteria mediana (Grupo III b) o un músculo lumbrico accesorio (Grupo III c)
 - 3B – con presencia de arteria AMP situada ente el NMB. Los cálculos de esta asociación son del 63%; es decir, cuando existe un NMB también se da la

presencia de una AMP en un 63% de los casos. Cuando se da la división del tronco principal del NM en una parte radial y otra cubital, una de éstas puede discurrir separada en otro túnel adicional propio (128).

- 3C – con presencia de un músculo lumbrical accesorio.
- Grupo 4 - ramas accesorias del NM, originadas en la zona proximal del TC:
 - 4A - la RMT accesorio discurre directamente entre los músculos tenares.
 - 4B – la RMT se une primero a otra rama motora.

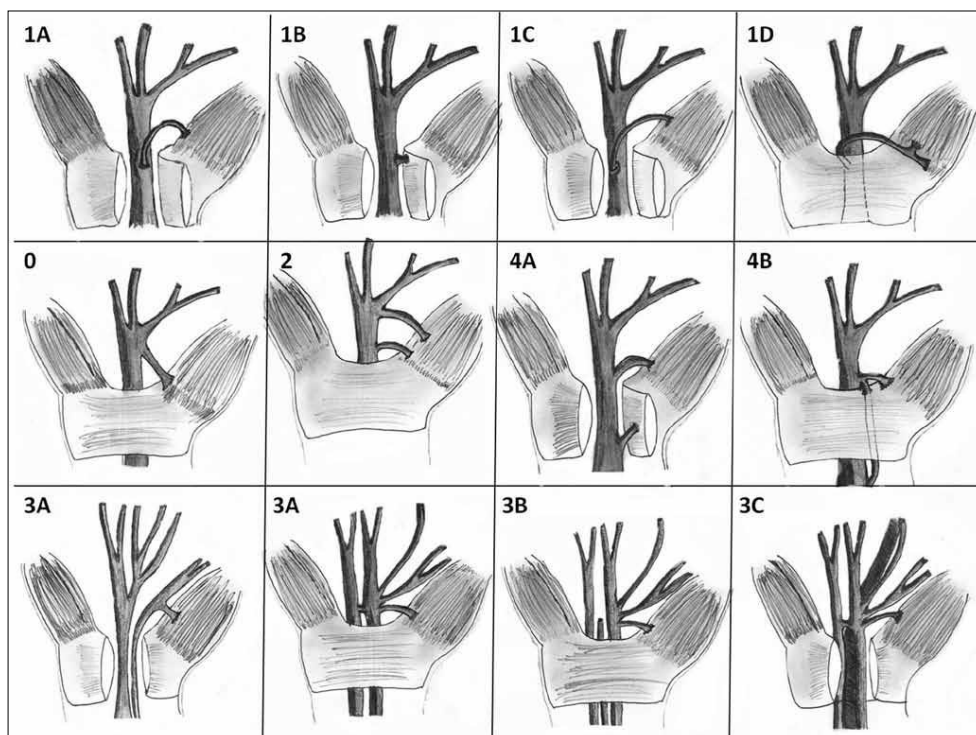


Figura 30. Variantes anatómicas del nervio mediano (NM) en la muñeca - Clasificación de Lanz. Grupo 1 - variantes de la rama motora tenar (RMT): 1A: subligamentosa; 1B: transligamentosa; 1C: cubital; 1D: supraligamentoso. Grupo 0 - RMT extraligamentosa (variante normal). Grupo 2 - RMT accesorio distal. Grupo 4 - RMT accesorio proximal; 4A: trayecto directo a los músculos tenares; 4B: unión con otra rama. Grupo 3 - división importante del NM; 3A: sin arteria; 3B: con arteria; 3C: con músculo lumbrical accesorio (133).

Destacar que los datos aportados en diferentes estudios posteriores en cuanto a las prevalencias para los mismos tipos de variantes de RMT según el sistema de clasificación de Lanz han variado de los aportados en el sistema original de Poisel. Según los autores (128,134), estas diferencias pueden darse a una correlación no

exacta entre los grupos de Poisel a los de Lanz, además de una ligera diferencia en la interpretación cuando se realiza la clasificación.

Como dato adicional, señalar que existe una relación entre el porcentaje de presentación de variantes de la RMT y la hipertrofia de la musculatura tenar. La presencia de la hipertrofia de esta musculatura tiene una prevalencia del 18,2% de las manos y es altamente sugestiva de presentar variaciones anatómicas en la RMT (134). La prevalencia de un trayecto transligamentoso de la RMT es del 23,4% en pacientes con hipertrofia de la musculatura tenar sobre el LTC, comparado con el 1,7% de los que no la tienen.

Rama cutánea palmar del Nervio Mediano.

En condiciones normales la rama cutánea palmar se sitúa, a nivel de la muñeca, entre las capas superficiales y profundas del Retináculo Flexor. Se puede dar la variante de que esta rama perfore y cruce del LTC (106).

En otras ocasiones, también podemos encontrar el desplazamiento y trayecto de la rama cutánea palmar al lado cubital del NM (106).

Anastomosis entre el Nervio Mediano y el Nervio Cubital.

Anastomosis de “Martin-Grüber”.

Martin y Grüber describieron las anastomosis entre el NM y el nervio cubital (NC) a nivel del antebrazo (Figura 31). Su prevalencia se establece en un 19.5% por el meta-análisis de Roy et al (139) de 41 estudios (n=6409 extremidades superiores).

Estructuralmente, la anastomosis de Martin-Grüber se caracteriza por una extensión proximal del NM hacia el NC distalmente. En la mayoría de los casos la rama de conexión se sitúa entre el nervio interóseo anterior del NM y el NC, con un trayecto oblicuo y superficial al músculo FSD o al FPD, y contactando posteriormente con la arteria cubital (140).

Esta anastomosis coexiste con mayor frecuencia con una anastomosis en la mano y contiene fibras que inervan al FPD y los músculos intrínsecos de la mano. Existe controversia con respecto a la participación de las fibras sensoriales (106).

Anastomosis de “Marinacci”.

También conocida como “*anastomosis inversa de Martin-Grüber*” se sitúa, al igual que la primera, en el antebrazo (Figura 31). Está considerada como la anastomosis más rara entre el NM y NC, con una prevalencia estimada del 0,7% (139).

Como se puede deducir de su propio nombre, esta anastomosis sigue una dirección contraria a la de Martin-Grüber, emergiendo la rama de conexión proximalmente del NC y uniéndose distalmente al NM (140).

Anastomosis de “Cannieu y Riché”.

Consiste en una interconexión, a nivel de la palma de la mano, entre la RMT del NM y la rama profunda del NC (Figura 31) (140). Esta anastomosis es muy frecuente, con datos de prevalencia que oscilan entre el 55.5% en el meta-análisis de Roy et al (139) al 70-80% calculada en otros estudios (140). En base a ello, la anastomosis de “Cannieu-Riché” podría ser considerada como una conexión neural dentro de la normalidad (140).

El tipo de fibras que participan en esta anastomosis pueden ser tanto sensoriales como motoras, con tres posibles presentaciones: una en que toda la mano está completamente inervada por el NC; otra en la que las fibras motoras solamente provienen del NC; o una tercera en la que los músculos normalmente inervados por el NM pasan a estarlo, de forma parcial, por el NC (140).

Anastomosis de “Berrettini”.

Esta anastomosis también se da a nivel de la mano, conectando los nervios digitales comunes del NM con los del NC (Figura 31). La rama comunicante se origina, en mayor frecuencia, del cuarto nervio digital común, dependiente del NC, y se une distalmente al tercer nervio digital común, dependiente del NM. Generalmente se presenta de forma bilateral, surgiendo proximalmente del NC en la zona cercana del borde distal del LTC, y siguiendo un trayecto oblicuo hasta su inserción distal con el

NM. Las fibras nerviosas que componen esta anastomosis son puramente sensoriales (140).

La anastomosis de Berrettini está considerada como la variante anatómica de anastomosis entre el NM y el NC más frecuente. La prevalencia calculada en el meta-análisis de Roy et al (139) es del 60,9%, aunque otros estudios la sitúan por encima del 80% (140). Por lo que también se acepta esta variante anatómica como una estructura anatómica normal (140).

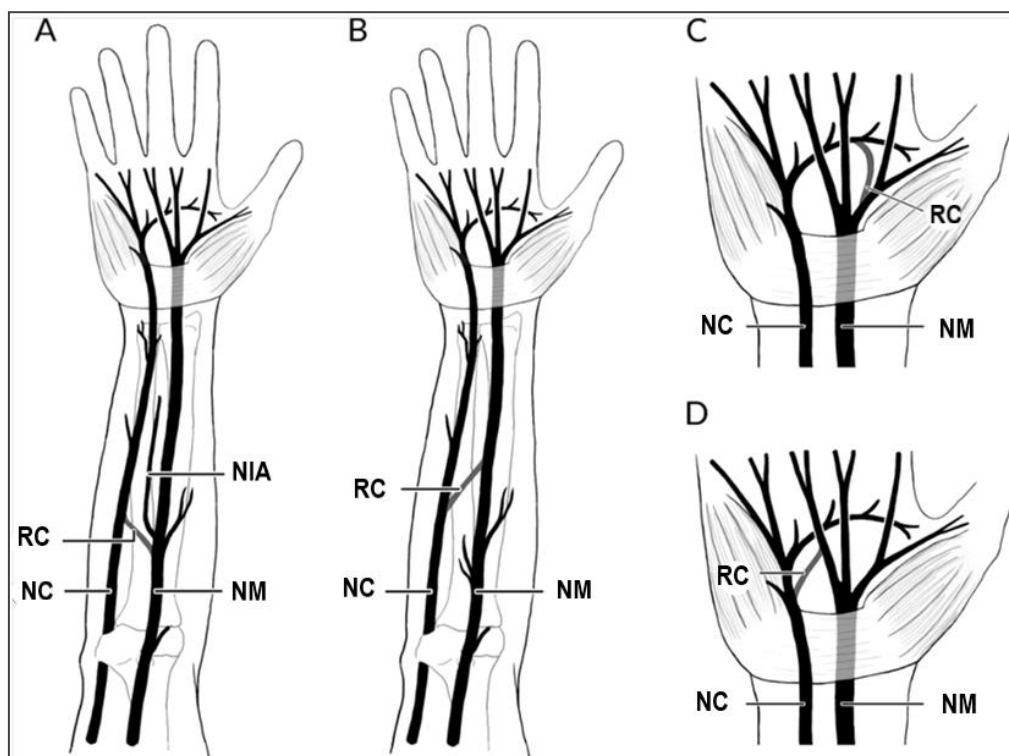


Figura 31. Tipos de anastomosis entre los nervios mediano y cubital en antebrazo y mano: Martin-Grüber (A), Marinacci (B), Cannieu-Riché (C), y Berrettini (D).
NM: nervio mediano; NC: nervio cubital, RC: rama comunicante; NIA: nervio interóseo anterior.
Traducción y adaptación del original (139).

1.2.2.3.2. Variante intratúnel carpiano del Nervio Cubital.

Es extremadamente raro encontrar el NC dentro del TC. En caso de STC, esta anomalía favorece la presentación de síntomas combinados de los NM y NC (106).

1.2.2.3.3. Variantes músculo-tendinosas.

Palmar Largo.

En su trayecto normal, el tendón distal del músculo Palmar Largo pasa superficialmente al LTC, dando una inserción terminal en la aponeurosis palmar (141).

A pesar de ser muy poco frecuente, la variación principal del músculo palmar largo se da en la forma de un tendón intratúnel, también llamado *músculo Palmar Largo profundo* (106). En esta variante el tendón pasa profundo al LTC y se apoya superficial y radialmente en el NM, lo que puede comportar su compresión. Reinmann et al (142) encontraron un solo músculo Palmar largo con tendón intratúnel en 1600 disecciones.

El músculo palmar largo también puede estar en posición inversa (*músculo Palmar Largo invertido*), con un aumento de la extensión de su vientre muscular, que se introduce en el interior del TC (106). Si esto sucede, por lo general se da en la parte proximal del TC (113).

Flexor Superficial de los dedos.

La extensión de su vientre muscular hasta el interior del TC es la variación más frecuente de este músculo, dándose en un 46% en mujeres y 7,8% en hombres (113). También se han descrito otras anomalías, como un vientre muscular accesorio, o una anastomosis con el músculo Palmar Largo, en asociación con el desarrollo del STC (143–145).

Otras variantes flexoras.

Linburg y Comstock (146) encontraron un tendón anómalo que se desliza desde el FLP hasta el FPD, a nivel de la parte distal del antebrazo y la muñeca, en el 25% de

los cadáveres estudiados. Esta variante, que clínicamente se presenta con una flexión concomitante del pulgar y el dedo índice, se asocia con la compresión del NM provocada tanto por una tenosinovitis flexora como por la expansión compresiva de fibras del músculo FLP.

Origen de la musculatura tenar.

Como ya hemos mencionado en el apartado correspondiente a “*anatomía del LTC*”, la normalidad del origen de los músculos tenares se da, en un 68%, en la cara anterior del LTC. En el lado radial del LTC se insertan una porción amplia del abductor corto del pulgar y una porción menos extensa del flexor corto del pulgar (123).

El plano de profundidad exacto donde se originan las fibras musculares de esta musculatura tenar no está del todo bien definido. Hay estudios que informan de su origen como superficial al LTC, o en ocasiones interpuesto entre las fibras del mismo ligamento (134).

Como ya se ha explicado anteriormente, existe una relación entre la presencia de hipertrofia de esta musculatura tenar y la presentación de variantes transligamentosas de la RMT. Se plantea como hipótesis la posibilidad de que esta perforación de la RMT en el LTC venga dada más bien por un origen amplio del flexor corto del pulgar y del flexor propio del dedo meñique sobre el LTC, por una extensión a cubital de estos músculos tenares, o incluso por la presencia de un músculo aberrante (134).

1.2.3. Biomecánica del túnel carpiano.

Como ya hemos visto en el apartado de Anatomía, el TC es una estructura osteo-fibrosa estable formada por los huesos del carpo interconectados por numerosos ligamentos (30,55,56).

Un túnel rígido puede tener la ventaja de aumentar la estabilidad y protección de las estructuras que contiene, pero a su vez también tiene el inconveniente de predisponer el aumento de su presión interna. Por lo tanto, un túnel rígido puede favorecer la compresión del elemento más sensible que contiene y debe proteger, el NM.

Durante los diferentes movimientos de la muñeca y mano se exigirá al TC de unas nuevas necesidades de adaptación de tipo biomecánico. De forma principal, serán los tejidos blandos que forman parte del *continente* los que favorecerán esta capacidad de adaptación y deformación en la forma del TC (147).

1.2.3.1. Ligamentos intercarpianos.

Los numerosos y potentes *ligamentos intercarpianos* unen a los ocho huesos del carpo entre sí, aportando estabilidad al *surco carpiano* en sus paredes dorsal, lateral y medial (116).

La peculiar disposición de estos huesos y la restricción ofrecida por los ligamentos intercarpianos hace que el complejo escafo-trapecio-trapezoide sea la parte más rígida de las articulaciones entre los diferentes huesos del carpo (148). En cuanto a rigidez le sigue la articulación entre el hueso grande y el trapecio, considerándose como la parte más móvil de las articulaciones intercarpianas la del hueso grande-ganchoso (148).

Si analizamos la movilidad del TC en referencia a las dos filas de los huesos carpianos vemos que la distal es más rígida que la proximal, seguramente debido a la sujeción de los potentes ligamentos intercarpianos de esta zona, que favorecen la formación de una unidad rígida (116,149). En cuanto a los huesos del carpo, en condiciones basales el escafoide es el elemento más móvil (149) de todos ellos.

1.2.3.2. Ligamento transverso del carpo.

La pared anterior del TC, conocida como “*techo del TC*”, está formada por el LTC y uno de los bordes óseos medial y lateral del surco carpiano, convirtiendo al TC en un compartimento anatómico cerrado. A nivel biomecánico, el LTC es un elemento muy importante del TC, ayudando a mantener de una forma normal la función de la muñeca (149). Podemos enumerar diferentes funciones atribuidas al LTC:

- La inserción del LTC en los bordes de las paredes lateral y medial del surco carpiano, a modo de “*cuerda de arco*”, hace que las fibras transversales del ligamento se tensen cuando se aplica una fuerza hacia afuera de los dos bordes óseos, en el sentido de desplazarlos y alejarlos de la línea media del TC. De esta forma, el LTC ofrece una resistencia al estiramiento hacia afuera de los bordes del TC, evitando su deformación (150).
- En la misma línea, por la conexión en “*cuerda de arco*” de los bordes lateral y medial del surco carpiano, el LTC participa en el mantenimiento de la estabilidad transversal de los huesos carpianos (123,150,151).
- La parte distal del LTC es más rígida que la proximal, como demuestran estudios de laboratorio (152). En éstos, se determina que la sección de la parte distal del LTC, más rígida, reporta un mayor componente de distensibilidad al TC que si se practica en su parte proximal.
- El LTC es un tejido poco innervado, a diferencia de la fascia antebraquial situada inmediatamente superficial al mismo. De esta forma, el LTC cumple una función más de tipo mecánico, ofreciendo poca información de tipo sensorial-propioceptivo (119). Esta función propioceptiva viene dada principalmente por la fascia antebraquial, con una alta concentración de fibras nerviosas entre sus fibras.
- Al formar la pared palmar del TC, el LTC sirve de límite y contención para los tendones de los flexores de los dedos contenidos en su interior (150). El apoyo en el LTC de los tendones flexores durante su contracción hace que este ligamento cumpla una función de polea, en el sentido de favorecer la transmisión y cambio de dirección de las fuerzas de tensión de estos tendones (148,151).

- El LTC sirve de anclaje para el origen de la musculatura tenar e hipotentar (116,123,150). Como ya se ha explicado en el capítulo de Anatomía (Figura 22), se conoce el origen de tres músculos en el LTC. Radialmente se insertan una porción amplia del abductor corto del pulgar y una porción menos extensa del flexor corto del pulgar; en concreto, el 68% de la musculatura tenar se origina en la cara anterior del LTC (123). Cubitalmente, el LTC da origen a una porción del flexor corto del dedo meñique. Desde un punto de vista biomecánico se contempla a esta musculatura como integrada al LTC y, por lo tanto, parte constitutiva del TC (116,123). Como se desarrolla más adelante, la conexión íntima entre ambos hace que la contracción de un elemento repercuta directamente sobre la acción del otro.

1.2.3.3. Adaptación de la forma del continente.

Tal y como se ha hecho mención al inicio de este capítulo, el elemento clave de la biomecánica del TC será la capacidad de adaptación de la forma de los límites periféricos del continente, con el objetivo de aumentar el área transversal de la sección del TC. De esta forma se consigue una disminución de la presión que recibe el contenido. En concreto sobre su elemento más noble y lábil, el NM, que como se expondrá más adelante es clave en la Patofisiología del STC (153–155).

Se han realizado diferentes estudios biomecánicos que investigan qué forma es la más adecuada para que el TC aumente su volumen interno. Esta área total de sección transversal (CSA, según las siglas de su nomenclatura en inglés - *cross-sectional area*) del TC depende de forma principal del ancho del arco carpiano (AAC), siendo ésta la distancia entre los márgenes de los bordes medial y lateral de la fila distal del surco carpiano (trapecio y gancho del ganchoso respectivamente) (Figura 32). Esta relación es inversamente proporcional; es decir, a menos AAC mayor CSA del TC (148,153–155). Un aumento del AAC separa los extremos de los bordes óseos, aumentando el diámetro transversal del TC. Pero este aumento transversal se contrarresta con una disminución del diámetro vertical (distancia entre el LTC y la pared del surco carpiano), forzando al TC a adoptar una forma estrecha y alargada. En cambio, se ha comprobado que cuando los huesos de los bordes medial y lateral se aproximan (disminución del

AAC), el diámetro vertical del TC aumenta y favorece una forma más redondeada del continente, lo que hace aumentar de manera importante el CSA (Figura 33).

Destacar que, para poder realizar este cambio de su forma, es importante el buen estado de los tejidos blandos que componen el continente del TC. En concreto del LTC y los ligamentos intercarpianos (154,156).

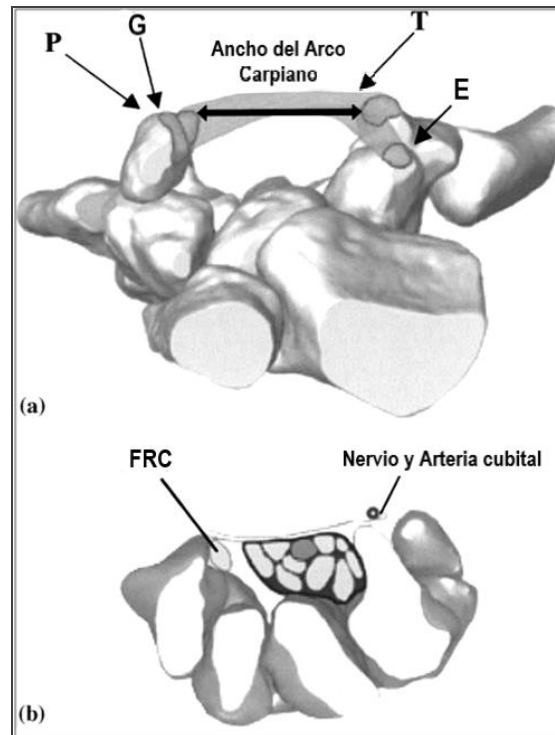


Figura 32. Ancho del arco carpiano.

(a) Ancho del arco carpiano, representado en una vista transversal del túnel carpiano (G = ganchoso, P = pisiforme, T = trapecio, E = escafoides). **(b)** Volumen del túnel carpiano (área oscura) y contenido del túnel carpiano: los tendones del flexor profundo de los dedos, el flexor superficial de los dedos, el flexor largo del pulgar y el nervio mediano. A modo de orientación, se muestran la arteria y el nervio cubital y el tendón flexor radial del carpo (FRC). Traducción y adaptación del original (120).

Se ha descrito que el AAC varía según la posición de la muñeca, disminuyendo en las posiciones de Flexión y Extensión respecto a la posición neutra (154).

Este aumento del CSA en relación a la disminución del AAC concuerda con otros resultados obtenidos (147,150,153,154), donde se determina que la deformación del TC y el CSA aumentan de una forma más importante cuando se aplica una fuerza externa al TC en los extremos de sus bordes en una dirección que los aproxime, en

contraposición a cuando esta fuerza se aplica en una dirección que los aleja (Figura 33).

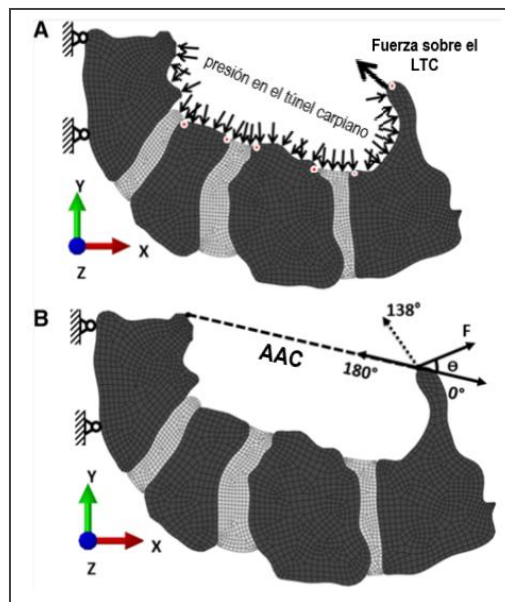


Figura 33. Modelo geométrico plano de los huesos del carpo a nivel distal del túnel carpiano. Se determinó que para el aumento máximo del área transversal del túnel carpiano (TC) la dirección de la fuerza aplicada debe ser hacia adentro del TC, con un ángulo de aplicación de 138° . LTC: *ligamento transverso del carpo*; AAC: *ancho del arco carpiano*. Traducción y adaptación del original (154).

Destacar que cuando se aproximan los bordes del TC la longitud del LTC siempre es igual o mayor al AAC, lo que implica que el LTC no se encuentre en situación de tensión, al menos por este motivo (148,154). La flexibilidad y buen estado del LTC será importante en una situación de STC, donde el aumento de la presión interna ejercida por el contenido del TC necesita de una buena capacidad adaptativa del ligamento. En esta situación, el LTC se curva hacia fuera, abombándose para aumentar el diámetro vertical del TC y aumentar su volumen interno, disminuyendo así la presión interna que provokaría un mayor daño en el NM (Figura 34) (153).

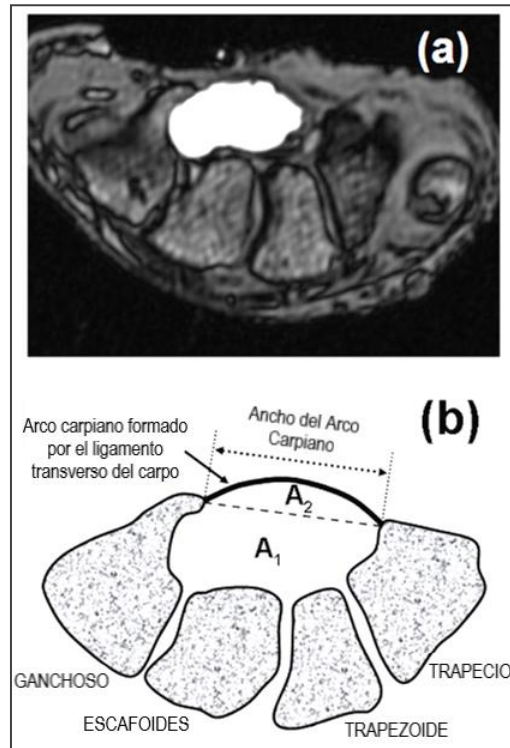


Figura 34. Adaptación de la forma del contenido del túnel carpiano respecto al aumento del volumen de su continente.

(a): Imagen por resonancia magnética con contraste de un corte transversal del carpo a la altura del gancho del hueso ganchoso. **(b):** dibujo esquemático de la imagen anterior; el área total de la sección transversa del túnel carpiano se ha dividido en una parte dorsal-porción ósea (A1), y otra palmar-arco carpiano (A2). Traducción y adaptación del original (155).

Existen estudios (154,157) donde se ha comprobado la capacidad y el grado de estiramiento del LTC cuando se aplica una fuerza de tracción que aleja los extremos de los bordes del TC, cuantificándose una elongación a la altura del AAC de hasta el 5-7% (1,6-2,3 mm.). Se determina que el LTC es más flexible en su parte más proximal, donde su grosor es menor y el sistema ligamentoso intercarpiano es más laxo (148,150).

En otro sentido, la experimentación en laboratorio (158) nos indica que el grado de estiramiento del LTC aumenta hasta el 40% si la fuerza aplicada sobre el LTC es de tipo compresiva y aplicada en una dirección palmar/dorsal (como la que se produce desde en interior hacia afuera, por el aumento de la presión intratúnel, en el STC), en lugar de radial/cubital como se ha detallado anteriormente. El LTC se muestra más rígido y menos extensible en aquellas zonas donde no existen inserciones musculares.

Por último, mencionar que existen evidencias que establecen una interacción biomecánica entre el LTC y la musculatura tenar que se inserta en el mismo (123). Como ya se ha mencionado anteriormente, al inicio de este apartado, casi las 2/3 de la musculatura tenar se inserta en la parte más radial del LTC, estableciendo una transición anatómica de continuidad entre las fibras musculares estriadas de los músculos tenares y las fibras de colágeno del LTC. Seguramente esta continuidad de tejidos es la que provoca que la contracción de estos músculos provoque un desplazamiento anterior del LTC. Este aumento de la forma abombada del LTC favorece el aumento del diámetro vertical del TC, aumentando también el CSA.

1.2.3.4. Tejido conectivo subsinovial.

En el interior del TC se puede diferenciar una estructura multilaminar de tejido conectivo específico que rodea a los tendones flexores y al NM, conectándolos libremente entre sí, definida con el nombre de tejido conectivo subsinovial (TCSS) (127) (Figura 35). El TCSS consta de múltiples capas de fibras de colágeno con un contenido rico en vasos sanguíneos y linfáticos. Vistas por microscopía electrónica, las fibras que forman el TCSS muestran múltiples láminas de tejido fibroso que corren paralelas al tendón (159), conectadas entre sí por fibras sueltas que consisten en colágeno tipo I, III, IV, V y haces de VI (160).

Se cree que el TCSS proporciona una interfaz que reduce la fricción entre las estructuras que rodea; sin embargo, también restringe el movimiento del tendón, especialmente el movimiento diferencial entre los diferentes tendones adyacentes (159). En el interior del TC, los tendones del FSD, a excepción del FSD del dedo meñique, están conectados al TCSS pero no tienen fibras de interconexión directa con otros tendones (161).

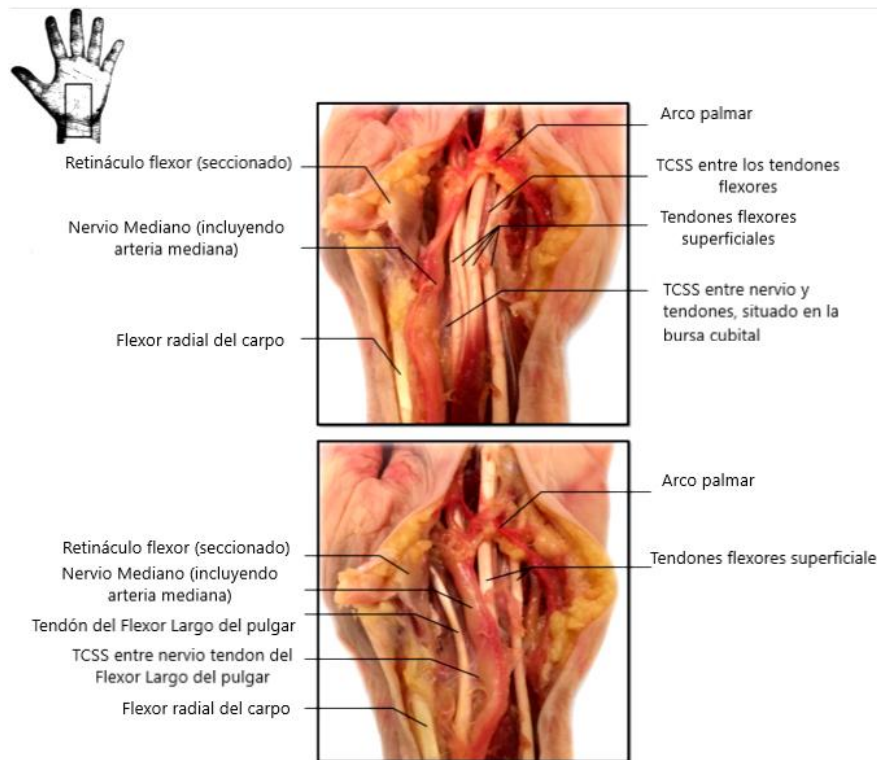


Figura 35. Tejido conectivo subsinovial - disección anatómica de la muñeca izquierda de un cadáver.

Imagen superior: el nervio mediano (NM) se aparta a radial para mostrar el tejido conectivo subsinovial (TCSS) más profundo entre el nervio y los tendones flexores superficiales, así como entre los tendones flexores mismos. **Imagen inferior:** el NM se aparta a cubital para mostrar el TCSS entre el NM y el flexor largo del pulgar. Ambas imágenes fueron tomadas después de la disección superficial del tejido de la bursa y del TCSS superficial. Traducción y adaptación del original (127).

Durante el movimiento del tendón flexor, las fibras verticales de la capa más cercana al tendón se estirarán primero. Cuando se continúa el movimiento del tendón, se recluta la siguiente lámina horizontal y, consecuentemente, la siguiente capa de fibras verticales se estira, y así sucesivamente, dando como resultado un reclutamiento progresivo de las capas (Figura 36). Durante el movimiento, el TCSS proporciona un andamio adaptativo para los vasos sanguíneos y linfáticos (127).

Curiosamente, se ha sugerido que existe una diferencia entre las orientaciones verticales de las fibras individuales de TCSS, lo que daría como resultado que sólo una cierta cantidad de fibras procesen la tensión del movimiento del tendón en un momento dado. Si, por ejemplo, debido a una fuerza excesiva, estas fibras verticales se rompen, el siguiente conjunto de fibras verticales asumirá la carga de tensión (Figura 37) (127).

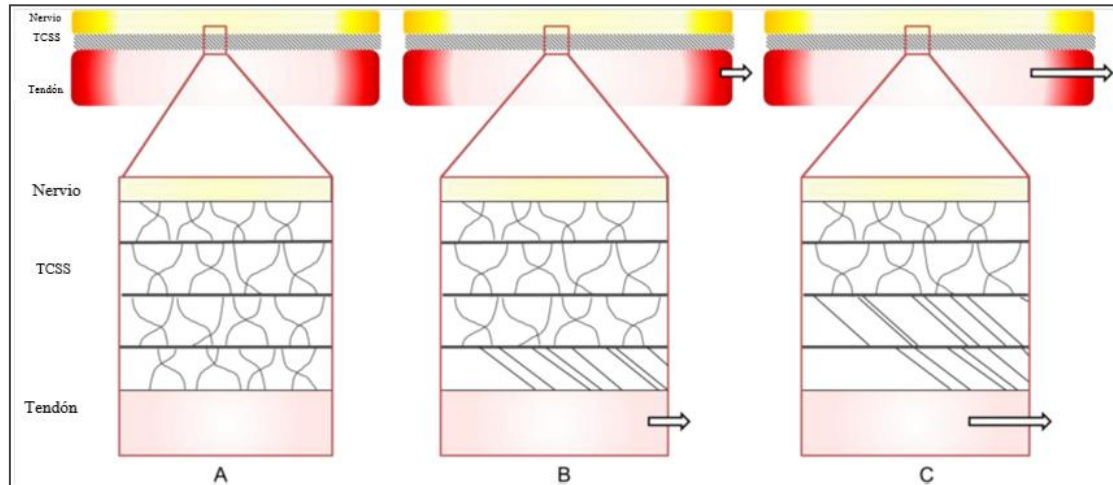


Figura 36. Tejido conectivo subsinovial (TCSS) - Representación esquemática del reclutamiento secuencial de capas de este tejido durante el desplazamiento del tendón.

En la parte superior, se visualiza la distribución de 3 capas de tejido, de superficial a profunda: el nervio mediano (NM), TCSS y un tendón flexor. A continuación, en el rectángulo en rojo, se muestra una versión más detallada de las 3 capas, mostrando las fibras verticales más delgadas interconectadas. **A)** En la posición inicial, sin excursión del tendón, las fibras verticales de SSCT permanecen libres. **B)** Durante la primera parte de la excursión del tendón, en este ejemplo de la derecha, la fila de fibras del SSCT más cercana al tendón se carga primero estirando las fibras. **C)** Al aumentar el desplazamiento, se recluta la segunda capa de fibras del TCSS; si el movimiento continuase, todas las capas estarían involucradas y eventualmente incluirían también el NM. Traducción y adaptación del original (127).

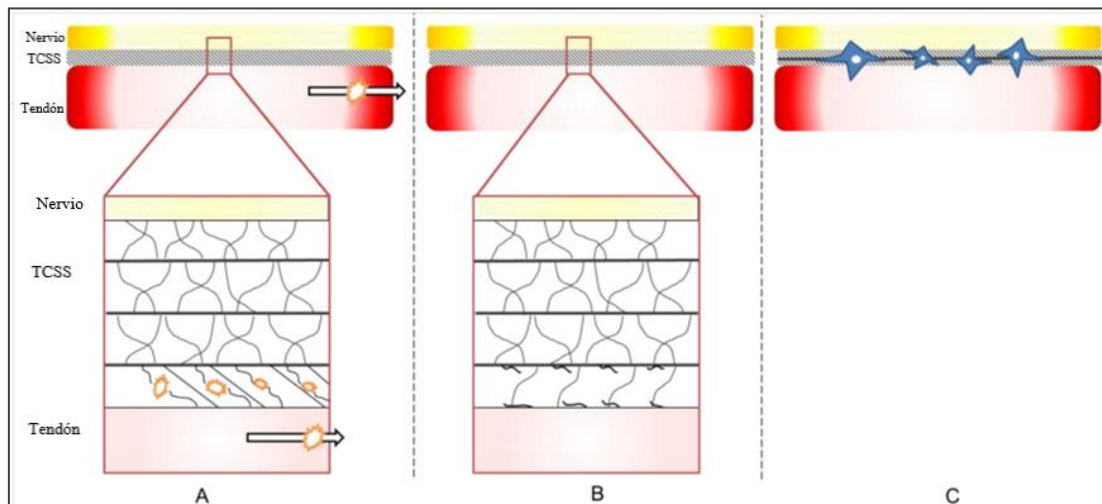


Figura 37. Tejido conectivo subsinovial (TCSS) - Representación esquemática del ciclo autosostenible propuesto para la lesión de este tejido.

A) Factores de riesgo externos provocan la rotura de las fibras de TCSS que soportan la carga más alta. **B)** Las fibras rotas ya no son funcionales durante el desplazamiento del tendón y tenderán a "adherirse" a las láminas horizontales. **C)** La lesión inducirá una reacción no inflamatoria, entre otras, activando fibroblastos, formando tejido cicatricial, retención de líquido intersticial y provocando un aumento posterior de la presión del túnel carpiano. La fibrosis también aumentará la resistencia al deslizamiento e inhibirá el libre movimiento de estructuras alrededor del TCSS como el nervio mediano. Traducción y adaptación del original (127).

El tendón del FSD del III dedo es el que permanece más próximo al NM. Es por ello que ha sido la estructura sobre la que se han centrado la mayoría de estudios biomecánicos que relacionan la repercusión de su estiramiento sobre el TCSS (127).

Entendemos como resistencia de deslizamiento a la fuerza necesaria para desplazar una estructura de un punto A a otro B. En el interior del TC, la resistencia de deslizamiento de los tendones se atribuye a la fricción por contacto (161). De forma fisiológica, existe un aumento exponencial de la resistencia al deslizamiento del tendón en relación a un aumento de la distancia de desplazamiento del tendón del III del FSD, más importante en la posición de flexión de muñeca y en el movimiento aislado de un tendón de los dedos (127). La limitación fisiológica ejercida por el TCSS en relación al aumento de la resistencia de deslizamiento tendinosa no sólo es más importante cuando el desplazamiento del tendón es mayor, sino también cuando éste se mueve más rápido (127,161). De igual forma, la naturaleza repetitiva en los movimientos de los dedos también aumenta la resistencia de deslizamiento del tendón (127).

Se ha determinado que la posición de 60º de flexión palmar de muñeca es la que comporta una mayor resistencia de deslizamiento entre los tendones del FSD y el LTC (162).

Como en el resto de tejidos vivos, los tejidos del interior del TC están infiltrados en un fluido iónico intersticial. La interacción de este fluido con la fase sólida de estos tejidos durante la deformación es un fenómeno conocido como poroelasticidad, comportamiento que ha sido demostrado en otros tejidos blandos como el cartílago (161). La poroelasticidad del tendón puede hacerse evidente cuando el tendón flexor es traccionado a través del estrecho túnel carpiano y el fluido se dispersa fuera del tendón a medida que se deforma, lo que afecta su forma de sección transversal. Las propiedades poroelásticas del tendón, y posiblemente el TCSS, también pueden afectar a la resistencia de deslizamiento (161).

1.2.3.5. Desplazamiento del nervio mediano.

Desplazamiento longitudinal.

Durante los movimientos de la muñeca y los dedos existe un movimiento fisiológico de deslizamiento del NM en su plano longitudinal, en respuesta al movimiento activo de los tendones que le son adyacentes (127,162,163). En una revisión de los estudios existentes que determinan y cuantifican la proporción de este movimiento (164) se ha estimado, en valores absolutos, un desplazamiento que varía entre 0,1 y 12,5 mm. Destacar que estos valores son dependientes de la posición en la que se encuentran las articulaciones adyacentes al NM.

De forma general, se determina que el NM se desliza hacia la articulación si el movimiento de ésta alarga el lecho nervioso y se aleja si el movimiento lo acorta (164). Cuando hay dos articulaciones que se mueven simultáneamente, las combinaciones de movimientos articulares que alargan el lecho nervioso en un extremo y lo acortan en el otro extremo parecen promover mayor desplazamiento del NM. Este movimiento es la base de las técnicas que se conocen como de deslizamiento nervioso, dentro del campo de Neurodinámica (*véase apartado "1.2.7.2.2. Tratamiento de Fisioterapia"*).

En un análisis más detallado, el movimiento de los dedos es el más influyente, induciendo un desplazamiento longitudinal del NM en direcciones opuestas para la flexión y la extensión, y aumentando el deslizamiento con la proximidad del nervio a los dedos (164). En un movimiento de flexión de los dedos, el NM se desplaza a proximal a nivel del antebrazo en un rango de 0,8-1,3 mm, con el hombro posicionado a 30º de abducción, el codo en extensión y el antebrazo en supinación. Cuando el movimiento de los dedos es de extensión, y la extremidad superior se posiciona a 45-90º de abducción de hombro, con el codo en extensión y el antebrazo en supinación, el deslizamiento a nivel del antebrazo es de 2,6 mm., pero en dirección a distal. A nivel de la muñeca, el movimiento de extensión de los dedos provoca un deslizamiento del NM de 12,5 y 11,2 mm. a distal con el codo posicionado en flexión y extensión respectivamente.

La repercusión del movimiento de extensión de la muñeca en el deslizamiento del NM es mayor en un rango de movimiento de 0 a 40º/60º/70º, con valores a nivel

del brazo de 1,8-2,4 mm., en el antebrazo de 1,9-4,7 mm., y en el codo de 9 mm. (164). Todo ello con una posición del hombro de 30° de abducción, el codo en extensión y el antebrazo en supinación.

En cuanto al movimiento de extensión del codo, con la muñeca en posición neutra, se ha determinado que produce un deslizamiento del NM a distal en el brazo de 10,4 mm. y de 3 mm. a proximal en el antebrazo. Si la muñeca se coloca a 45° de extensión, el deslizamiento nervioso es de 4,2 mm. a proximal en el antebrazo (164).

La abducción del hombro entre 10°-90°, junto a su extensión, inducen el deslizamiento proximal del NM tanto en el brazo como en el antebrazo (164).

Por otro lado, también se ha estudiado la tensión a la que se somete el NM a nivel del antebrazo durante los movimientos de las articulaciones de la muñeca, codo, hombro y cuello, con valores que oscilan entre los 1,1-2% (164).

En otro estudio realizado en sujetos sanos se ha cuantificado que el NM realiza un movimiento de deslizamiento longitudinal en el TC de hasta 9,6 mm entre el movimiento de flexión a extensión completa de la muñeca (109). Este movimiento puede variar de 2,5 a 19,6 mm dependiendo de la posición del hombro, codo, muñeca y dedos. La tensión media del nervio varía desde el 8% según la posición del hombro hasta el 19% según la posición de los dedos.

Desplazamiento transversal.

En una situación de normalidad el NM también se desplaza en el plano transversal durante los movimientos de la muñeca y los dedos.

Existen estudios que diferencian la dirección del desplazamiento del NM dependiendo de la posición en la que se encuentre la muñeca: el NM se desplaza a dorsal en posición de flexión dorsal, a cubital en posiciones de flexión palmar y desviación radial, y a radial en la desviación cubital (163) (Figura 38). Mientras que otros estudios generalizan este desplazamiento del NM durante los movimientos de flexión de la muñeca y/o dedos en dirección dorsal y cubital hacia el interior del TC, situándose entre los tendones de los FSD (127,129) (Figura 39).

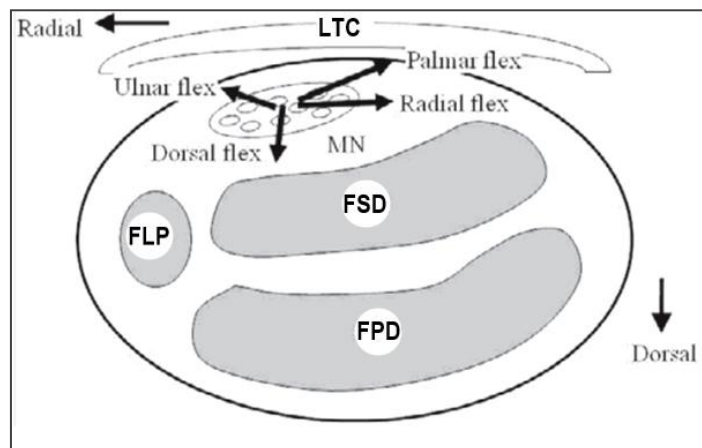


Figura 38. Desplazamiento transversal del nervio mediano en el túnel carpiano (I).

Esquema de este desplazamiento del nervio durante el movimiento de la muñeca con todos los dedos en extensión. La posición del nervio dentro del túnel carpiano en la posición neutra de la muñeca se toma como punto de partida. MN: *nervio mediano*, FLP: *flexor largo del pulgar*, FSD: *flexor superficial de los dedos*, FPD: *flexor profundo de los dedos*, LTC: *ligamento transverso del carpo*. Traducción y adaptación del original (162).

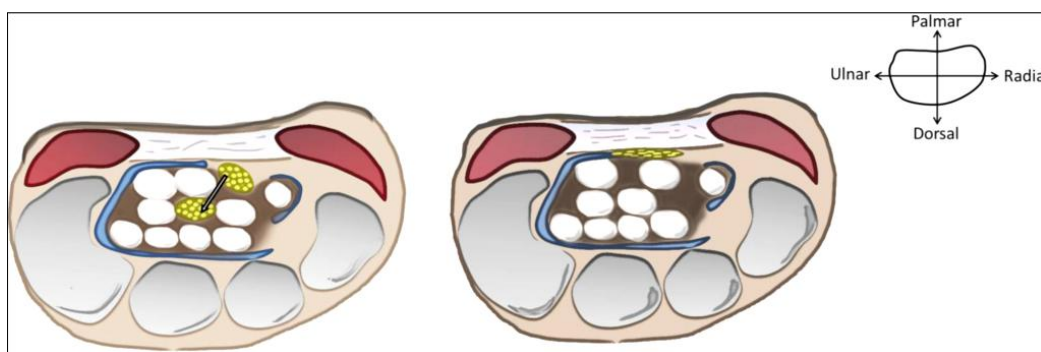


Figura 39. Desplazamiento transversal del nervio mediano en el túnel carpiano (II).

A la **izquierda**: en una situación fisiológica normal, durante la flexión de la muñeca y el dedo, el nervio mediano (NM) se mueve en dirección dorso-cubital, rodeado por los tendones flexores superficiales de los dedos. A la **derecha**: en pacientes con síndrome del túnel carpiano el tejido subsinovial se fibrosa, lo que inhibe este desplazamiento y obliga al NM a trasladarse por el camino de menor resistencia, que resulta en dirección palmar. El NM acaba situándose entre la superficie dorsal del ligamento transverso del carpo y los tendones flexores tensionados (127).

Todos estos estudios coinciden en señalar que en pacientes con STC, en un plano transversal, se inhiben los movimientos tanto del tendón como del NM dentro del TC. En estos pacientes la fibrosis del TCSS existente provoca una tensión mayor y precoz en este tejido durante los movimientos de la muñeca y dedos, frenando el desplazamiento del NM y obligándolo a permanecer en una posición palmar media, atrapado entre los tendones del FSD y la cara dorsal del LTC (127,129,162,163) (Figura

39). Como se desarrollará más adelante, este punto puede ser importante en la lesión del NM (véase apartado “1.2.4.3. Restricción del desplazamiento del nervio mediano”).

“Modelo telescópico” en el deslizamiento nervioso.

La propuesta de este “modelo telescópico” para el movimiento de deslizamiento del NM (Figura 40) se basa en la conexión e íntima relación entre los tejidos conectivos de la vaina paraneural del NM y el epimisio de los músculos que lo rodean, no sólo a nivel del TC, sino también a lo largo de todo su trayecto (129). Esta relación favorece que nervio y estructura miofascial compartan las mismas características y funciones histológicas.

El nervio, con sus componentes conectivos, está organizado en capas concéntricas que actúan como interfaces de deslizamiento, entre sí mismas y entre el nervio y los tejidos adyacentes. Según este modelo, la movilidad longitudinal del nervio es posible gracias a las superficies de deslizamiento, mientras que fuerzas transversales de tracción provenientes de la conexión con las capas del epimisio de las estructuras miofasciales circundantes son las encargadas de mantener abierto el denominado “espacio funcional” del nervio (129) (Figura 41). En condiciones fisiológicas, las fuerzas transversales actúan en varias direcciones, manteniendo la vaina paraneural igualmente bajo tensión, posibilitando la apertura de este “espacio funcional”. En el caso de existir lesión del tejido conectivo o muscular, puede provocarse una reducción de este espacio, afectando al nervio y aumentando la tensión de corte entre las capas conectivas. Todo esto resultará en una disminución del movimiento de deslizamiento del nervio. En condiciones crónicas, puede provocar inflamación, remodelación y, por último, fibrosis tisular.

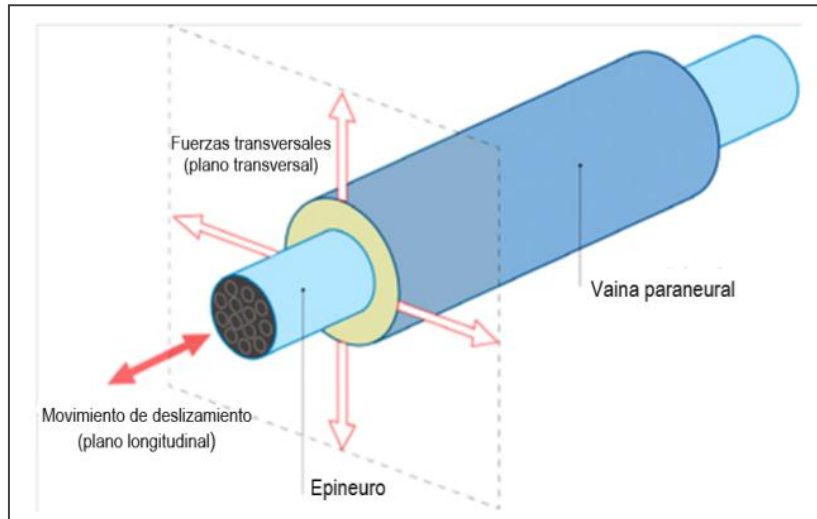


Figura 40. Modelo “telescopico” del nervio mediano y el compartimento paraneural. Las fuerzas transversales ejercen tensión sobre la vaina paraneural, manteniendo abierto el espacio funcional del nervio (área nerviosa + compartimento paraneural). El movimiento de deslizamiento se produce gracias a las superficies de deslizamiento conectivas (129).

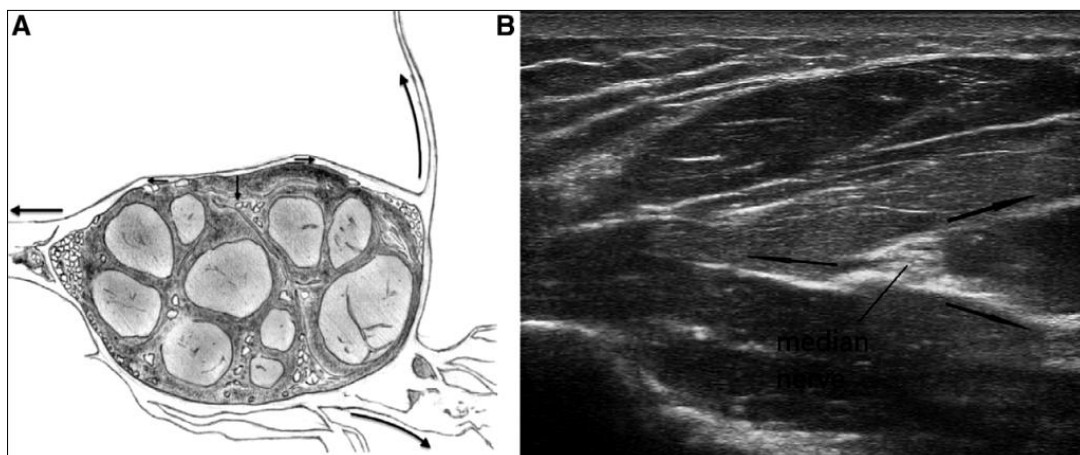


Figura 41. “Espacio funcional” del nervio mediano. **(A)** Croquis de la sección transversal del antebrazo del nervio mediano. Las fuerzas transversales a lo largo de los tabiques intermusculares provocan tensión en la vaina paraneural, manteniendo abierto el “espacio funcional” interno. **(B)** Imagen ecográfica del corte transversal del nervio en el antebrazo. Los tabiques intermusculares son hiperecoicos y se fusionan con el borde externo del nervio (vaina paraneural) (129).

1.2.4. Etiopatogenia del síndrome del túnel carpiano.

Clásicamente, se ha considerado como causa del STC la combinación de diferentes mecanismos patológicos (109,165,166): aumento de la presión intratúnel, compresión mecánica, e isquemia del NM.

De forma más reciente se contempla también como un factor favorecedor del STC a la restricción del movimiento de deslizamiento del NM a su paso por el TC (109).

La patología en el TC aparecerá cuando no se puedan desarrollar sus capacidades biomecánicas y fisiológicas, en base a las necesidades requeridas en diferentes momentos y circunstancias.

1.2.4.1. Aumento de la presión intratúnel y maladaptación de la forma del continente.

Los datos registrados como normales respecto a la presión en el interior del TC varían entre los 2 a 10 mm Hg. Esta presión aumenta de forma normal en los movimientos de la muñeca hasta 10 veces en la extensión y 8 en la flexión (109,166). Estudios previos demostraron que los valores de la presión intratúnel en el STC eran superiores a la normalidad, alcanzando los 32 mm Hg en posición neutra, y aumentando a 110 y 94 en la extensión y flexión respectivamente (167).

También en pacientes con STC se ha observado que existe un cambio en la forma de la sección transversal del TC. El LTC se abomba, como reacción al empuje que recibe del contenido del interior del TC, necesitado de más espacio como consecuencia del aumento de la presión. De esta forma, el TC adopta una forma más circular (Figura 34) (112,147,153). Este cambio en su forma es una respuesta adaptativa del continente del TC para minimizar el aumento de la presión en el interior del TC. Como ya se ha justificado en apartados anteriores (véase apartados "1.2.2.2.1. Surco carpiano" y "1.2.2.1.2. Techo del túnel carpiano: ligamento transversal del carpo"), en referencia a este punto será clave el buen estado de los tejidos blandos del continente, en especial de los ligamentos intercarpianos y el LTC. La correcta elasticidad de los primeros favorecerá el movimiento de los huesos carpianos entre sí, favoreciendo una

forma más redondeada de las paredes del surco carpiano, alargada y ovalada en condiciones normales. Esto, sumado al abombamiento del LTC provoca una forma global de la sección transversal del TC mucho más redondeada, con el resultado final del aumento del CSA. Este aumento extra del área del TC es necesario para intentar conseguir una disminución de la presión intratúnel, aumentada en el cuadro del STC. Un estudio realizado en cadáveres (147) obtuvo un aumento del CSA directamente proporcional al aumento de presión provocado en el interior del TC (con valores que oscilaron entre 0-200 mm.Hg.), cuantificando este aumento del CSA entre un 9.2-14.8%.

En relación a la importancia del LTC para la adaptabilidad de la forma del continente del TC, destacar que la parte distal de este ligamento es menos flexible que la proximal (*véase apartado "1.2.2.1.2. Techo del túnel carpiano: ligamento transverso del carpo"*). Esto favorece que en esta zona sea donde con mayor frecuencia se produzca el atrapamiento del NM (152).

En relación a lo ya comentado en el apartado de Biomecánica (*véase apartado "1.2.3.3. Adaptación de la forma del continente"*), comentar que este aumento del CSA por el aumento de la circularidad del TC se asocia a una disminución del AAC, por la aproximación de los bordes lateral y medial del surco carpiano (147,148,150,153,154). Es decir, el aumento de presión en el interior del TC provoca la expansión de las paredes del surco carpiano, aproximando los bordes del surco carpiano para aumentar de forma considerable su diámetro vertical. Para aumentar todavía más este diámetro vertical el LTC se abomba, como demuestra el dato de que su longitud siempre es igual o mayor al AAC (Figura 34) (148,154).

La mayoría de los autores marcan como un factor clave en el desarrollo del STC la falta de capacidad de adaptación de la forma del continente en relación a la demanda provocada por el aumento de presión interna. En esta línea se pueden relacionar los resultados obtenidos en cuanto al estado del LTC en pacientes con STC (168), con un aumento de su espesor/ grosor. Aunque las causas del STC son multifactoriales y no se puede relacionar únicamente a este aumento de grosor y rigidez del LTC la causa de compresión del NM, es lógico marcarlo como una de los factores favorecedores. En este sentido, la práctica de guía clínica en el manejo del STC

de la AAOS (108) establece claramente como etiología del STC la compresión del NM debajo del LTC.

Este razonamiento simple es el que ha promovido la cirugía clásica del STC, seccionando el LTC con el objetivo de aumentar el volumen y disminuir la presión intratúnel. La corrección de este único factor causal mediante la cirugía aporta buenos resultados (véase apartado "1.2.7.1. Cirugía"). De igual forma, existirán otras posibilidades de tratamiento del STC de forma conservadora que persiguen este mismo objetivo.

Se ha planteado (123) que la hipertrofia del LTC, entendida como el engrosamiento y aumento de rigidez del mismo, puede ser causada por la remodelación de sus tejidos blandos como respuesta a la sollicitación repetida de contracciones de la musculatura tenar. Recordar que casi las 2/3 de la musculatura tenar se inserta en la parte más radial del LTC, estableciendo una transición anatómica de continuidad entre las fibras musculares estriadas de los músculos tenares y las fibras de colágeno del LTC (123) (véase apartado "1.2.3.3. Adaptación de la forma del continente"). También cabe recordar que la contracción de estos músculos provoca un desplazamiento anterior del LTC, favoreciendo el aumento de la forma abombada del LTC y el diámetro vertical del TC, aumentando también el CSA. Por todo ello, se plantea la hipótesis de que trabajos manuales que provoquen una contracción repetida de la musculatura tenar (sobre todo con los movimientos de pinza pulgar-índice) pueden provocar una remodelación de los tejidos del LTC, resultando en una hipertrofia del mismo, y convertirse en una de las causas favorecedoras de STC mediante al aumento de presión intratúnel que provocaría.

La hipertrofia de la vaina sinovial de los tendones de los flexores de los dedos es frecuente en el STC (109). Estudios histológicos y biomecánicos (109,166) destacan el papel de la tenosinovitis de estos tendones en el interior del TC como una de las principales causas del aumento de la presión intratúnel. Aunque el papel del tejido sinovial es importante en el aumento de esta presión intratúnel, hablaremos mucho más extensamente de este tejido en relación a su alteración y repercusión en la facilitación de la compresión del NM.

1.2.4.2. Compresión mecánica e isquemia nerviosa. Importancia del tejido sinovial.

El aumento de la presión interna del TC existente en los pacientes afectados de STC comportará la consiguiente compresión mecánica de las estructuras de su contenido, siendo el NM la más lábil. Estudios experimentales (109,166) han demostrado que existe una relación directamente proporcional entre la duración e intensidad de la compresión mecánica del NM, resultante del aumento de la presión intratúnel en el STC, y el grado de disfunción causado en este mismo nervio. La compresión mecánica mantenida sobre el nervio provoca lesiones y cambios físicos en las fibras nerviosas comprimidas (165). Al mismo tiempo, la persistencia del aumento de la presión intratúnel causa una compresión isquémica del NM por colapso en la red de su sistema capilar endoneural, pudiendo culminar en un edema endoneural (109).

En relación a la compresión mecánica del NM y su consiguiente isquemia, el tejido conectivo sinovial juega un papel fundamental; en concreto el conocido como TCSS (véase apartado "1.2.3.4. Tejido conectivo subsinovial"). Se ha visto que el aumento de presión en el interior del túnel y la fibrosis del TCSS son hallazgos frecuentes en pacientes con STC (127,161,169).

El STC se asocia a trabajos donde se producen esfuerzos repetidos de flexión de muñeca y dedos, especialmente si se produce la flexión aislada de un dedo en concreto y estos movimientos se producen a una alta velocidad (127,161). Un ejemplo de esta situación sería el mecanografiado y uso del ratón del ordenador. Como ya sabemos en base a lo explicado en el apartado de Biomecánica de este trabajo, durante el movimiento del tendón flexor de los dedos se produce un reclutamiento progresivo fisiológico de las capas horizontales del TCSS, estirando sucesivamente las fibras verticales de tejido conectivo que las relacionan (Figura 36) (127). Este reclutamiento progresivo provoca un aumento de la resistencia de deslizamiento del tendón flexor, en una relación directamente proporcional al aumento del desplazamiento del mismo. Al alcanzar el 90% de deslizamiento fisiológico del tendón, comienzan a aparecer lesiones irreversibles en el tejido del TCSS. Esto nos indica que es posible producir lesiones del TCSS en rangos de movilidad de los tendones

flexores de los dedos considerados como normales. Si además asociamos una alta velocidad a este movimiento, se favorece que las lesiones aparezcan al 60% del deslizamiento normal del tendón. Se cree que, al igual que el deslizamiento del tendón y la velocidad en que este se ejecuta, la naturaleza repetitiva del movimiento de los dedos también puede favorecer la lesión de este TCSS.

De este modo, deslizamientos repetidos del tendón realizados dentro de un rango de movilidad y velocidad que se pueden considerar como normales son potencialmente capaces de producir microlesiones en el TCSS, iniciándose un proceso de fibrosis progresiva de tipo no-inflamatorio. Estudiando la formación de esta fibrosis se ha visto que está formada por tejido cicatricial, producto de la rotura “en cadena” de las fibras verticales del TCSS (127). El exceso de fuerza en el reclutamiento progresivo de sus capas horizontales produce la rotura de las fibras conectivas verticales que las une, provocando la adhesión de las láminas horizontales. Éstas aumentan en grosor, formando el tejido cicatricial, y pierden su función de disminución de la fricción al deslizamiento del tendón flexor (Figura 37). Esta fibrosis del TCSS se localiza en su parte más próxima al tendón.

Estudios realizados tanto en animales como en pacientes con STC (127) muestran cambios a nivel molecular, basados en un aumento del factor de crecimiento transformante $-\beta$ (TGF- β) y factor de crecimiento (GF) del tejido conjuntivo. Estos datos sugieren que el ciclo mecánico de lesión y fibrosis está potenciado por la producción de citocinas pro-fibróticas. La combinación en este ciclo vicioso de lesión y respuesta con fibrosis, potenciada por la sobreexpresión de citocinas pro-fibróticas, puede explicar por qué el TCSS en pacientes con STC tiene un aumento de la fagocitosis de elastina y el tamaño de las fibras de colágeno, en comparación con sujetos sanos.

Estudios histológicos de microscopía para examinar las alteraciones existentes en el tejido sinovial, incluido el TCSS, muestran que sólo el 10% de las muestras sinoviales resecaadas de pacientes con STC idiopático mostraron cambios inflamatorios, existiendo en la mayoría edema o fibrosis (127). Además, estos estudios revelaron un aumento en la densidad de los fibroblastos, el tamaño de las fibras de colágeno, una

proliferación vascular y una disminución en el contenido de elastina alrededor de los vasos sinoviales. Estos hallazgos son indicativos de degeneración crónica.

El estrés mecánico aplicado al tejido sinovial en el interior del TC también puede producir alteraciones bioquímicas en estos tejidos (127). Se ha encontrado una mayor reactividad del keratan en los tejidos de pacientes con STC, lo que sugiere que las proporciones de proteoglicanos alteradas pueden reducir la capacidad de la membrana sinovial para soportar las fuerzas de compresión, aumentando así la fuerza que incide sobre el NM dentro del TC. Además, la exposición repetida de los tendones a la compresión o la resistencia a la tracción puede incrementar el contenido de proteoglicanos en la matriz del tendón, lo que provoca metaplasia o hipertrofia del tendón, que a su vez puede aumentar la presión dentro del TC. En un intento por dilucidar el papel de la tenascina-C en la patogenia del STC, que a menudo participa en la remodelación tisular y estenosis vascular, se encontró que la tensión mecánica en la tenosinovial flexora regula la producción de tenascina-C por el revestimiento sinovial y el tejido conectivo.

Sobre la base de estos hallazgos biomecánicos, histológicos y bioquímicos, se ha especulado (127,161,169) que la agresión a la sinovial y los tendones flexores debido al envejecimiento o al movimiento repetitivo y contundente de la muñeca y los dedos, podría producir la degeneración de la membrana sinovial y los tendones, en forma de fibrosis crónica de tipo no inflamatorio, lo que provocaría un agrandamiento del TC desde su vertiente interna. Por tanto, el volumen del contenido del TC aumenta, con el consiguiente aumento de la presión intratúnel, favoreciendo la compresión del NM y, finalmente, la aparición del STC idiopático.

Por otro lado, se ha demostrado (127) que el TCSS de los pacientes con STC puede absorber líquido a un ritmo mucho más rápido que el de los pacientes sanos. Además, la permeabilidad hidrostática del TCSS es relativamente baja, lo que indica que cualquier líquido filtrado (ya sea sangre de vasos dañados o líquido linfático) podría ser absorbido rápidamente por el TCSS, después de lo cual sería retenido, contribuyendo al aumento de la presión intracarpiana.

Recordar y destacar que el TCSS no sólo rodea a los tendones flexores, sino que también al mismo NM (Figura 35), por lo que la fibrosis del primero se convertirá en

un factor principal de la posible compresión del NM. Como ya se ha mencionado anteriormente, el aumento de la presión en el interior del TC provoca una compresión mecánica continuada sobre el NM, lo que favorece una alteración del flujo sanguíneo del nervio, pudiendo inducir una situación de congestión venosa, con el subsecuente edema (169). La perpetuación de este edema epineural conlleva una invasión fibroblástica en el interior de los tejidos sinoviales afectados, con la pertinente formación de un tejido cicatricial alrededor del NM que lo llega a constreñir. La zona proximal a este punto de compresión nerviosa se engruesa, debido al incremento de la cantidad de tejido conectivo endoneural, al edema en el epineuro y espacio endoneurial, y a la obstrucción del flujo axoplasmático.

1.2.4.3. Restricción del deslizamiento del nervio mediano.

Además del aumento de volumen en el interior del TC, un estado de fibrosis crónica del TCSS comporta un aumento de la rigidez de este tejido, lo que se traduce en una disminución del deslizamiento fisiológico, no sólo de los tendones flexores situados alrededor del NM, sino también del mismo nervio. A continuación, se desarrolla la restricción del movimiento de deslizamiento del NM a su paso por el TC como un factor desencadenante del STC.

De forma fisiológica existe un deslizamiento del NM en el interior del TC durante los movimientos de la muñeca y los dedos tanto en un plano longitudinal como transversal (véase apartado “1.2.3.5. Desplazamiento del nervio mediano”). Este desplazamiento y deslizamiento del nervio son una respuesta adaptativa a la necesidad de disminuir la tensión del tejido nervioso durante los diferentes movimientos y acciones de manipulación de la mano.

En un plano transversal, en el STC, la fibrosis del TCSS existente provoca una tensión mayor y precoz de esta estructura durante los movimientos de la muñeca y dedos, frenando el desplazamiento fisiológico a dorsal del NM. El NM busca colocarse en la zona de menor tensión, obligado a permanecer en una posición palmar media, atrapado entre los tendones del FSD y la cara dorsal del LTC (127,162,163) (Figura 39). Con este posicionamiento el NM se encuentra en una situación de compresión

mecánica y, por tanto, también isquémica. Más aún si tenemos en cuenta que, además de la rigidez por fibrosis del TCSS, en los pacientes con STC el LTC se hipertrofia, tornándose más grueso y menos flexible (168). Esta maladaptación de la forma del continente en base a las necesidades biomecánicas requerida, en forma de la falta de abombamiento del LTC para aumentar el diámetro vertical del TC, es otro factor que se suma a la falta de desplazamiento del NM para dar como resultante un aumento de la compresión del NM, favoreciendo la aparición del STC.

En lo referente al plano longitudinal también se ha demostrado una disminución del deslizamiento del NM en pacientes con STC, que empeora con un diagnóstico electromiográfico más grave (127). Esta anomalía fisiológica puede comportar situaciones de aumento de la tensión que tenga que soportar el NM durante los movimientos de la muñeca y dedos en el contexto de la funcionalidad del conjunto de toda la extremidad superior, con valores fisiológicos que oscilan entre 1.1-2% (164) y 8-16% (109).

Según el “*modelo telescópico*” propuesto para el deslizamiento del NM (129) (véase apartado “1.2.3.4. *Desplazamiento del nervio mediano*”), la presencia de fibrosis del tejido conectivo que rodea y conecta con el mismo NM, no sólo a nivel del TC sino también en el antebrazo y brazo, puede favorecer también la disminución de su movimiento de deslizamiento longitudinal. Un desequilibrio en las fuerzas transversales de tracción provenientes del epimisio circundante puede favorecer el estrechamiento del “espacio funcional” del nervio, resultando en nuevas fuerzas de tensión de corte, que dificultan el deslizamiento entre las capas conectivas. El mantenimiento de esta situación de forma crónica puede provocar inflamación, remodelación y, por último, fibrosis tisular.

1.2.4.4. Teoría del “*doble aplastamiento*” o “*neuropatía multifocal*”.

La hipótesis del “*doble aplastamiento*” fue formulada por primera vez en 1973 por Upton y McComas (170), proponiendo que es frecuente que la compresión focal de un axón suceda en más de un nivel a lo largo de su trayecto. De hecho, después de una compresión inicial, el nervio se encontraría facilitado para poder sufrir una

alteración de su función en otra localización anatómica a lo largo de su trayecto. Cada una de estas compresiones locales por sí solas alterarían el flujo axoplasmático del axón, pero sin llegar a producir síntomas en los pacientes; es la suma de varias de estas compresiones en más de un punto de forma simultánea lo que acabaría favoreciendo la manifestación de una neuropatía sintomática, por lo general a nivel distal.

Este fenómeno del “*doble aplastamiento*” podría darse en el cuadro del STC, donde se ha observado, a nivel clínico, que una gran parte de estos pacientes, además de la compresión en el TC, también acostumbran a tener un compromiso del NM a nivel proximal (170). Las zonas de compromiso proximal del NM más frecuentemente relacionados con el STC son (171):

- en la misma emergencia de las raíces espinales cervicales.
- en el plexo braquial, en la zona del triángulo escalénico.
- a nivel del codo, a su paso entre los dos vientres musculares del pronador redondo.

Aunque la relación más frecuente entre estos compromisos del NM sea la que se da a nivel radicular cervical y en el TC (172), algunos autores (173) han propuesto, después de evidencias experimentales en modelos animales, un “*triple aplastamiento*” o incluso “*aplastamiento múltiple*”, en referencia a la posible compresión en tres o más niveles, respectivamente, a lo largo del trayecto del NM.

A pesar de las evidencias en estudios animales y las asociaciones descritas en estudios iniciales, determinando una gran incidencia de compromisos nerviosos proximales con el STC, en los últimos años se ha suscitado una gran controversia sobre la aceptación de esta teoría del “*doble aplastamiento*”, sobretodo en cuanto al concepto de compresión mecánica como pilar en su patofisiología. Es por ello que se ha propuesto cambiar su terminología por “*neuropatía multifocal*” (172), haciendo referencia a su etiología múltiple; no sólo se contempla una lesión de tipo compresiva, si no también la coexistencia sinérgica con otras patologías de carácter sistémico, entre las que destaca la diabetes mellitus (Figura 42).

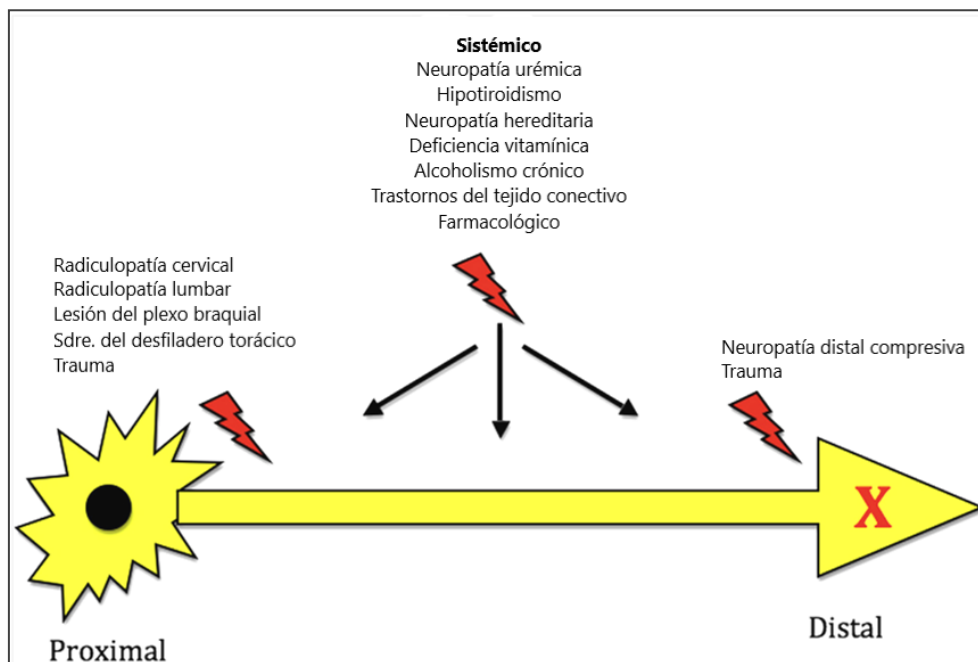


Figura 42. Fisiopatología de la “neuropatía multifocal”.

Las múltiples etiologías de la “neuropatía multifocal” se muestran como una interacción entre factores mecánicos, sistémicos, farmacológicos e incluso ambientales que finalmente causan la disfunción nerviosa. Traducción y adaptación del original (172).

Existen diferentes razones que promueven este debate sobre el concepto patofisiológico del síndrome de “doble aplastamiento” (171):

- no hay forma de verificar objetivamente que los síntomas atribuidos al síndrome de “doble aplastamiento” son el resultado de la fisiopatología en dos niveles de un nervio periférico.
- la patofisiología especulativa del síndrome de “doble aplastamiento” se aplica generalmente cuando los pacientes tienen más síntomas, discapacidad o insatisfacción de lo esperado inicialmente al STC.
- el concepto de doble aplastamiento puede incentivar una cirugía adicional a otro nivel, además del STC. Cuando la cirugía, teniendo en cuenta un modelo biopsicosocial de la enfermedad, puede no ser la opción de tratamiento más efectiva.

1.2.4.5. Círculo vicioso en la patofisiología del STC.

Lundborg y Dahlin (109) describieron la complejidad de los mecanismos subyacentes a la compresión y tracción del nervio. Además, enfatizaron cómo una cadena de eventos puede establecer un círculo vicioso que conduzca a una lesión nerviosa. Un aumento crónico de la presión en el tronco nervioso produce un gradiente de presión, que redistribuye los componentes del tejido comprimido hacia el lado no comprimido, con el posterior estiramiento de las estructuras epineurales y vasculares. Este hallazgo anatómico/ histopatológico ya fue observado en 1913 por Marie y Foix (106), y descrito como lesión del NM en forma de “reloj de arena”. El rápido desarrollo del edema, predominantemente en el epineuro, que conduce a la inflamación del nervio, restringiría aún más el movimiento de éste dentro del ya estrecho compartimento anatómico. Este escenario limita el deslizamiento del nervio durante los movimientos de las extremidades, sometiéndolo aún a más irritación, mayor presión sobre el tronco nervioso y edema, iniciando un círculo vicioso.

De una forma más concreta y aplicada al STC, se puede resumir y explicar la patogénesis de la compresión nerviosa en el STC bajo un modelo cronológico de causa-efecto (Figura 43) (127). El TC es un espacio pequeño y cerrado, ocupado por múltiples estructuras que se mueven entre sí mediante una interfaz de deslizamiento proporcionada por el TCSS. Los movimientos forzados, de alta velocidad y repetitivos de los dedos y las manos, sobre todo si existe un movimiento diferencial de los tendones flexores, inducen un esfuerzo de tensión que daña el TCSS. Esta lesión se traduce en una fibrosis del TCSS, aumentando su rigidez y grosor, lo que conlleva a un aumento de la presión intratúnel. El aumento de presión también provoca un aumento de la carga adicional sobre los tendones, sumando un esfuerzo de tensión extra al TCSS, de por sí ya afectado y fibrótico. Estos factores limitan el movimiento compensatorio de desplazamiento del NM para evitar su compresión. El aumento de la presión también induce episodios de isquemia y reperfusión, alterando la permeabilidad de fluidos del TCSS. El TCSS ya dañado sería entonces susceptible de sufrir una lesión adicional. La cronicidad de este proceso se suma a la progresión del daño asintomático del NM, traduciéndose en una situación clínicamente relevante que

es probable que empeore con el tiempo si no se inicia ninguna intervención terapéutica.

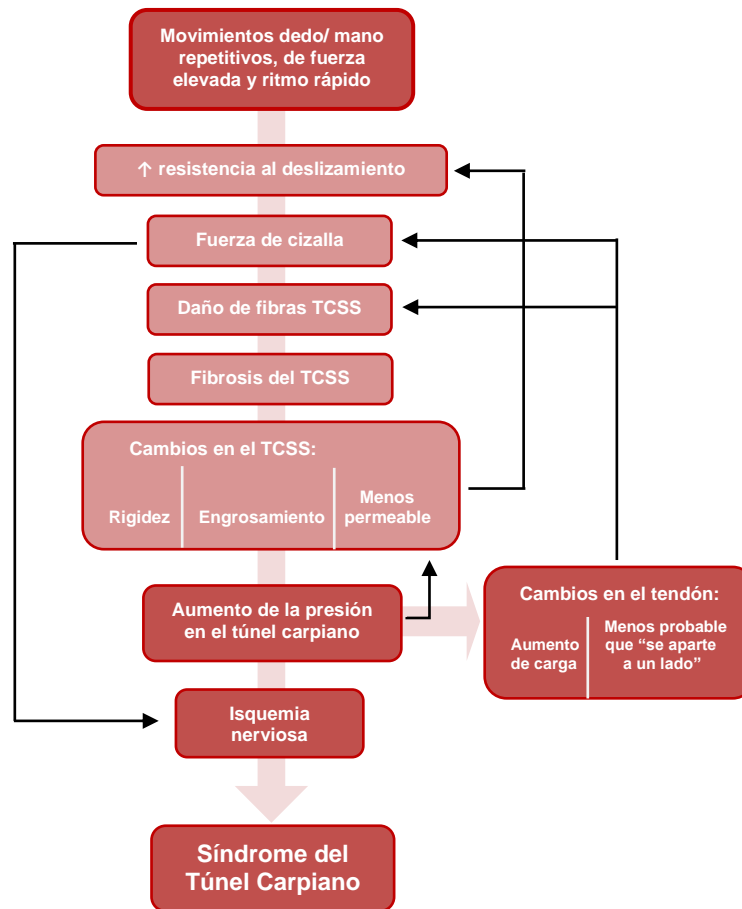


Figura 43. Modelo cronológico de causa-efecto en el síndrome del túnel carpiano.

En rojo claro aquello directamente vinculado al tejido conectivo subsinovial (TCSS) y en oscuro las causas o efectos en el tejido circundante. La flecha en rojo claro indica el orden cronológico, y las flechas negras indican un efecto negativo en los componentes anteriores, formando ciclos patológicos. Traducción y adaptación del original (127).

1.2.4.6. Variantes anatómicas como factor favorecedor del STC.

Se conoce una alta frecuencia de estructuras con anomalías anatómicas dentro del TC. Un estudio determinó la existencia de 2 a 5 variaciones en el 29% de las manos examinadas, mientras que otro 27% presentaron una anomalía de forma única (135). Lógicamente, toda variación de la normalidad en la anatomía conlleva la subsecuente alteración en la fisiología biomecánica de sus componentes. Por todo ello, se puede desarrollar un STC de forma secundaria a la presencia de variantes anatómicas en la

región del TC, considerándolo como otro factor importante a tener en cuenta en la etiopatogenia del STC (174).

1.2.4.6.1. Nervio Mediano Bífido.

Como ya hemos detallado anteriormente, la prevalencia de un NMB (Figura 29) oscila entre el 1-3.3% en la población general (106), asociándose la presencia de una AMP en estos casos en porcentajes del 1-16% (106) o del 63% (134) según resultados de diferentes estudios.

Se ha asociado la presencia de un NMB con el aumento de la probabilidad de padecer STC (106,174), seguramente debido al aumento del CSA total del NM, en comparación con un NM normal, lo que favorecería un consecuente aumento de la presión intratúnel. En un estudio de imagen por ultrasonido (106) la prevalencia de un NMB fue del 19% en pacientes con STC, comparado con sólo un 9% en sujetos sanos.

1.2.4.6.2. Variante intratúnel carpiano del Nervio Cubital.

Es extremadamente raro encontrar el NC dentro del TC. En caso de STC, esta anomalía favorece la presentación de síntomas combinados de los NM y NC (106). La ocupación del NC dentro del TC aumentará su contenido, con el correspondiente aumento del CSA y la presión intratúnel.

1.2.4.6.3. Rama Motora Tenar.

Como ya se ha explicado, existe una relación entre la presencia de hipertrofia de la musculatura tenar y la presentación de variantes transligamentosas de la RMT (Figura 28) (véase apartado “1.2.2.3.1. Variantes del nervio mediano”). Se plantea como hipótesis la posibilidad de que esta perforación de la RMT en el LTC venga dada más bien por un origen amplio del Flexor Corto del Pulgar y del Flexor propio del Medo Meñique sobre el LTC, por una extensión a cubital de estos músculos tenares, o incluso por la presencia de un músculo aberrante (134). Sea como sea, la hipertrofia de esta musculatura puede favorecer el atrapamiento de la RMT entre sus fibras musculares o

incluso entre las de tipo ligamentoso del LTC, provocando síntomas de debilidad muscular en la pinza pulgar-índice, pudiendo favorecer la presencia de atrofia.

1.2.4.6.4. Rama cutánea palmar del Nervio Mediano.

En condiciones normales la rama cutánea palmar (Figura 26) se sitúa, a nivel de la muñeca, entre las capas superficiales y profundas del Retináculo Flexor (*véase* apartado “1.2.2.2.1. Nervio mediano”). Se puede dar la variante de que esta rama perfore y cruce el LTC (106), sucediendo entonces un proceso similar al descrito para la RMT, en cuanto a que un aumento de tensión de las fibras ligamentosas del mismo LTC, bien sea por sí mismo o como consecuencia de la hipertrofia de la musculatura tenar que se inserta en él, pueda causar su atrapamiento. Este atrapamiento de la rama cutánea palmar del NM producirá una sintomatología de tipo sensitivo, con disestesias en la piel de la zona de la eminencia tenar y la región palmar proximal.

1.2.4.6.5. Variantes músculo-tendinosas.

Palmar Largo.

El tendón del palmar largo puede variar su trayectoria normal y ocupar el interior del TC, llamándose entonces “*músculo Palmar Largo profundo*” (106). Éste pasa entonces profundo al LTC y se apoya superficial y radialmente en el NM, lo que puede comportar su compresión.

En el caso de existir un “*músculo Palmar Largo invertido*”, una proporción de su vientre muscular puede llegar a ocupar el interior del TC (106).

De cualquier modo, la intrusión del tendón y/o, aún más, del vientre muscular del palmar largo, ya sea en una posición neutra o favorecida por los movimientos de flexión de muñeca, provocará el aumento del contenido del TC. Por tanto, también aumentará su presión intratúnel, facilitando la compresión mecánica del NM, que discurre en esta situación en una relación íntima al tendón del palmar largo profundo o invertido (113). Existen autores que destacan el papel importante del tendón del palmar largo en la patofisiología del STC como un factor de riesgo independiente (175),

debido a las evidencias que lo sitúan como el tendón que hace aumentar más la presión hidrostática intratúnel, cuando se le pone en tensión a partir de los 20º de extensión de muñeca.

Flexor Superficial de los dedos.

La extensión de su vientre muscular hasta el interior del TC es la variación más frecuente de este músculo (113), pudiendo facilitar la compresión del NM. También se han descrito otras anomalías, como un vientre muscular accesorio, o una anastomosis con el músculo Palmar Largo, en asociación con el desarrollo del STC (143–145).

Lumbricales.

El origen normal de los músculos lumbricales se da en los tendones del músculo Flexor Profundo de los dedos, distal al TC y permaneciendo fuera de los límites de éste cuando los dedos están extendidos (176). Sin embargo, cuando se flexionan los dedos a nivel de las articulaciones metacarpo-falángicas, los lumbricales se introducen en el TC, en la zona más estrecha de éste a nivel del gancho del Hueso Ganchoso. Una hipertrofia de los vientres musculares de los Lumbricales puede contribuir a la compresión del NM cuando estos músculos se desplazan al interior del TC en el movimiento de flexión de los dedos (113,177).

Se ha determinado que existe un aumento progresivo de la presión en el interior del TC directamente proporcional a la flexión de los dedos, debido a la mayor incursión de los vientres musculares de los lumbricales cuando el grado de flexión de los dedos aumenta (177).

Otras variantes flexoras.

Linburg y Comstock (146) encontraron un tendón anómalo que se desliza desde el Flexor Largo del Pulgar hasta el Flexor Profundo de los Dedos, a nivel de la parte distal del antebrazo y la muñeca, en el 25% de los cadáveres estudiados. Esta variante, que clínicamente se presenta con una flexión concomitante del pulgar y el dedo índice, se asocia con la compresión del NM provocada tanto por una tenosinovitis flexora como por la expansión compresiva de fibras del músculo Flexor Largo del Pulgar.

1.2.5. Diagnóstico del síndrome del túnel carpiano.

Tradicionalmente, el diagnóstico del STC se realiza mediante la combinación en el resultado de tres campos exploratorios: la presentación clínica del paciente, recogida en la anamnesis, la exploración física y la realización de pruebas complementarias. La mayoría de los datos obtenidos son de tipo subjetivo, en relación a la sensación del paciente respecto a los síntomas que padece; sólo los datos obtenidos en las pruebas complementarias, como estudios de conducción nerviosa (ECN) de la mano - electromiografía (EMG), o de imagen por ecografía (ECO) o resonancia magnética (RM), aportan un carácter objetivo. Aún así el diagnóstico del STC carece de una prueba considerada como *gold standar* o de referencia (108), y debe considerarse que el STC tiene, eminentemente, un diagnóstico clínico (178,179).

En el presente trabajo se utiliza como guión principal las pautas y recomendaciones indicadas en las prácticas de guía clínica elaboradas para el diagnóstico del STC en las reuniones de grupo de expertos de la AAOS de 2007 (180) y 2016 (108).

1.2.5.1. Anamnesis y presentación clínica. Dolor y parestesias.

El grupo de expertos de la AAOS, reunidos para establecer la práctica de guía clínica en el diagnóstico del STC (180), llegó al consenso de que el paciente que tiene STC experimenta entumecimiento/ acorchamiento y hormigueo en la distribución sensorial del NM (tres primeros dedos y cara lateral del cuarto, principalmente de distribución palmar) (178) (Figura 44), pudiendo presentar también dolor en la mano. A medida que el síndrome progresa en el tiempo sin tratamiento, el dolor puede sentirse en la zona proximal del antebrazo y la duración e intensidad de las parestesias aumentan. Si la presión nerviosa continúa, se produce pérdida sensorial y parálisis motora media con debilidad y atrofia de los músculos tenares. Cuanto antes se realice el diagnóstico, antes se podrán aplicar las medidas terapéuticas apropiadas y, por tanto, menos probable es que se produzca un daño irreversible al nervio.



Figura 44. Distribución sensorial del nervio mediano – sombreado en amarillo. Traducido y adaptado del original (181).

La AAOS recomienda realizar una entrevista o visita médica donde se recojan datos precisos sobre la historia clínica del paciente (180), extendiéndose en las preguntas relacionadas con el dolor y hormigueo que presenta el paciente en la mano o muñeca. En la literatura científica existe un grado de evidencia limitada que respalda que aquellos pacientes que NO informan de frecuente hormigueo o dolor podrían NO tener STC (108).

Las preguntas recomendadas a realizar al paciente en esta entrevista, en relación a su dolor y hormigueo son:

- a. Duración: ¿Cuánto tiempo lleva con la presencia de los síntomas?
- b. Severidad/ naturaleza: ¿Qué nivel de gravedad le otorga a sus síntomas? ¿Cuándo ocurren los síntomas (por ejemplo, durante la noche)? Describa la calidad de los síntomas (por ejemplo, hormigueo, ardor, dolor). ¿El hormigueo/ entumecimiento es intermitente o persistente? ¿Qué mejora (por ejemplo, estrechar la mano, mantener la mano hacia abajo, el agua tibia) o agrava (por ejemplo, conducir, sostener un teléfono, usar herramientas vibratorias) los síntomas?
- c. Localización/ irradiación: ¿Cuál es la localización del dolor y/o hormigueo? ¿Localizan los síntomas en la distribución del NM de la/s mano/s? Si el síntoma no es focal, ¿se irradia a un área específica del cuerpo? ¿Hay otros síntomas asociados

- (por ejemplo, hormigueo en los pies; síntomas en el cuello, hombro y más proximal, en el brazo; debilidad, torpeza, dejar caer cosas)?
- d. Evolución de la enfermedad: ¿El problema mejora, empeora o sigue igual? Si está cambiando, ¿cuál ha sido el porcentaje de cambio?
 - e. Tratamiento previo: ¿Qué se ha hecho y qué lo mejora (por ejemplo, férula, inyecciones, terapia, modificación de la actividad, medicamentos)?
 - f. Estilo de vida y actividades: ¿Realiza actividades manuales de forma frecuente (por ejemplo, pasatiempos, ocupación)? ¿Tiene limitaciones funcionales causadas por estos síntomas?

Los síntomas como la presencia de hormigueo a lo largo de la distribución del NM, el aumento de los síntomas durante la noche al dormir y al conducir o sostener un teléfono, y la mejoría de los mismos al sacudir la mano son síntomas clásicos cuya combinación puede ser muy sugestiva de STC (180).

La identificación de la localización y la irradiación de los síntomas pueden excluir o incluir otros diagnósticos, como una compresión del NM a nivel proximal, que pueden simular el STC. Tener estos síntomas asociados puede alertar al médico para que busque diagnósticos diferentes al STC (180).

Conocer la respuesta del paciente a un tratamiento anterior puede ratificar el diagnóstico de STC y puede orientarnos hacia la conveniencia para el paciente de realizar cirugía del TC (180).

Existe una evidencia moderada que respalda NO utilizar los siguientes datos acerca de las características personales del paciente, recogidos durante la entrevista o visita médica, de forma aislada o independiente para diagnosticar el STC porque, por sí solos, cada uno tiene una pobre/ débil asociación respecto a la inclusión o descarte del STC (108):

- Sexo/ género.
- Edad.
- IMC.
- Raza.
- Síntomas bilaterales.

- Diabetes mellitus.
- Empeoramiento de los síntomas por la noche.
- Duración de los síntomas.
- Localización de síntomas por parte del paciente.
- Mano dominante.
- Extremidad sintomática.

1.2.5.1.1. Medición del nivel de intensidad del dolor: escala numérica.

En relación a la medición del nivel de intensidad de dolor que sufren los pacientes, existe un gran número de publicaciones en la literatura científica respecto a la utilización y validez de la escala visual analógica (EVA). Dentro de los diferentes tipos de escalas utilizadas se destaca, a este respecto, la utilización de la escala numérica (Numeric Pain Rate Escala) (NPRE) (182–185).

La NPRE es una escala numérica segmentada (182,183). En la NPRE se pregunta al paciente que seleccione un número entero, de 0 a 10, que refleje mejor la intensidad de su dolor. Similar a la EVA de dolor, la NPRE se basa en términos que describen los extremos de severidad del dolor, de forma que el 0 representa un extremo de dolor ("Sin dolor") y 10 representa el otro extremo de dolor ("Dolor tan intenso como puedas imaginar" y/ o "el peor dolor imaginable").

Se recomiendan los siguientes puntos de corte para la clasificación del dolor recogido, resultando las siguientes categorías: no dolor (0 a 4 mm), dolor leve (5 a 44 mm), dolor moderado (45 a 74 mm) y dolor intenso (75 a 100 mm) (182,186).

La NPRE está considerada como el método de medición de la intensidad de dolor más sencillo de interpretar y el más utilizado, siendo recomendada su utilización tanto en un ámbito clínico como de investigación, incluso por encima de la EVA simple (182,183).

1.2.5.2. Exploración física.

1.2.5.2.1. Observación.

Es conveniente observar si existe deformidad, inflamación, atrofia o cambios tróficos cutáneos (180).

Existe un fuerte grado de evidencia que respalda que la presencia de atrofia de la musculatura tenar está muy asociada con el diagnóstico de STC, mientras que, por el contrario, su ausencia tiene una débil asociación con la exclusión del STC (108).

La observación de atrofia tenar puede ser un signo evidente de lesión avanzada del NM y, por tanto, un signo tardío que implica un STC grave (178).

1.2.5.2.2. Signos físicos, maniobras y test diagnósticos.

Hay varias pruebas, la mayoría del tipo *de provocación*, que deben considerarse como ayuda en la evaluación y diagnóstico del STC. Tradicionalmente, las más utilizadas y citadas en la literatura son:

- **Test de Phalen.**- Descrito en el año 1957 por Phalen y Kendrich (187), consiste en realizar una flexión completa de la muñeca, manteniéndola un mínimo de 60 segundos (Figura 45). La flexión de la muñeca aumenta la presión en el interior del TC, comprometiendo al NM (188). El test es positivo cuando el paciente siente síntomas similares a los que sufre durante la noche, o existe un agravamiento de las parestesias cuando estas son permanentes (187).

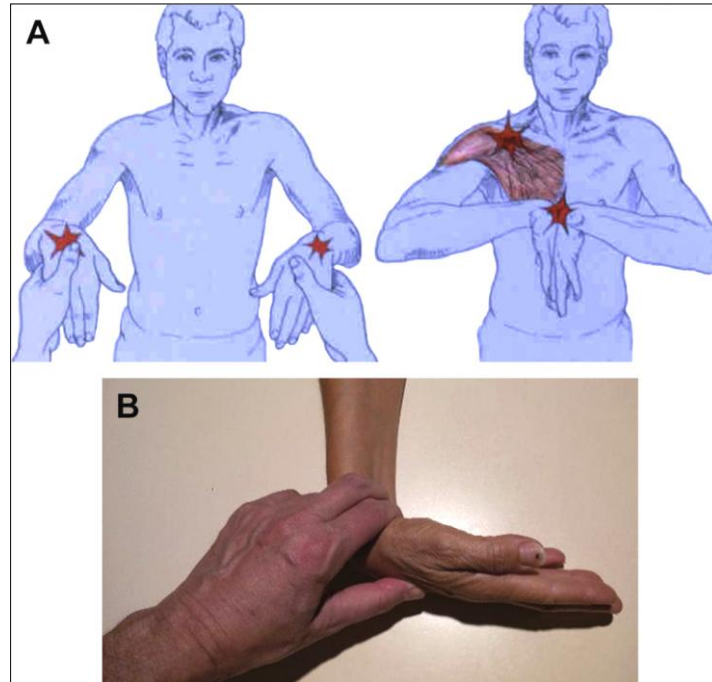


Figura 45. Test de Phalen.

(A) Se muestra una realización correcta (izquierda) e incorrecta (derecha) del test de Phalen. En la imagen de la izquierda se ilustran pruebas independientes para cada uno de los dos TC. La imagen de la derecha ilustra una técnica frecuentemente utilizada para realizar el test de Phalen: ésta es una buena prueba de detección general de compresión nerviosa, pero no lo es de forma específica para el TC, ya que también compromete la salida torácica (por lo que la provocación de síntomas puede ser engañosa). **(B)** Test de Phalen combinado con la prueba de compresión del nervio mediano: el examinador mantiene la flexión de la muñeca al mismo tiempo que aplica una presión digital firme directamente sobre el canal carpiano. Esta maniobra generalmente se mantiene entre 30 segundos y 1 minuto (178).

- **Test de Tinel.**- Definido en 1915 por Paul Hoffmann y Jules Tinel como la "sensación de alfileres y agujas" provocada al golpear un nervio proximalmente (189). En el caso del TC el examinador realiza una percusión rítmica en la localización ventral del NM en el TC (cara palmar del retináculo flexor), con un martillo neurológico o la punta de sus dedos (con una fuerza media de golpe de martillo de 0,24 kg), manteniendo la muñeca en una posición neutra (Figura 46) (190). El test de Tinel se considera positivo cuando se provocan hormigueo o descargas eléctricas a lo largo de la distribución del NM en la mano (188). Las fibras nerviosas en proceso de regeneración son susceptibles a la deformación mecánica,

por lo que en esta prueba, los golpes realizados sobre las mismas provocan el aumento de disestesias (188).

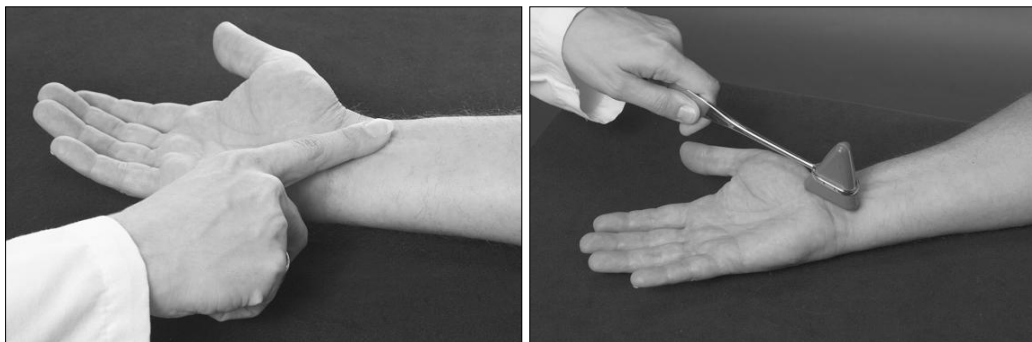


Figura 46. Test de Tinel.

Se realiza percutiendo con el dedo índice extendido (izquierda) o con el extremo romo de un martillo de reflejos (derecha) sobre el nervio mediano (191).

- **Test de compresión del NM (188).**- El examinador comprime el NM presionando sobre el borde proximal del LTC/ retináculo flexor con los pulgares (en el pliegue proximal de la muñeca). La presión directa sobre el NM compromete aún más al nervio, ya dañado. Este test es positivo cuando se provoca o aumenta la parestesia en la distribución del NM. Como ya se ha explicado anteriormente, el test de compresión del NM puede realizarse de forma conjunta al test de Phalen (Figura 45).
- **Signo de Flick.**- Descrito en 1984 (192) es el único de los test que describimos que es de alivio en lugar de provocación. Se obtiene preguntando al paciente qué hace con la/s mano/s y muñeca/s cuando siente los síntomas de forma más intensa. Si el paciente muestra un movimiento rápido de manos y muñecas (como sacudir un termómetro clínico de mercurio), la respuesta se considera como positiva (Figura 47) (193).



Figura 47. Signo de Flick.

Sujeto con STC bilateral que muestra signos de Flick bilateralmente (192).

- **Prueba de tensión nerviosa/ neurodinámica de las extremidades superiores – nervio mediano (ULNT1 según siglas en inglés).**- Las pruebas neurodinámicas de las extremidades superiores (ULNT) se utilizan para evaluar la sensibilidad mecánica del sistema nervioso, especialmente en los nervios periféricos de las extremidades superiores (194). La prueba diseñada específicamente para la evaluación de la tensión del NM es la denominada como ULTN1 (Figura 48), consistente en colocar la extremidad superior del paciente, que está recostado en decúbito supino, en una posición inicial de 90º de abducción y 90º de rotación externa del hombro, 90º de flexión del codo, supinación del antebrazo, extensión máxima de muñeca y dedos y abducción del pulgar. Una de las manos del examinador se coloca sobre la escápula para evitar la elevación, mientras la otra mano mantiene la abducción y separación del pulgar respecto al segundo dedo. A continuación se extiende lentamente el codo (194). Por último, se solicitará al paciente que realice un movimiento activo de inclinación cervical contralateral estricta, lo que aumentará el grado de tensión neural desde su parte más proximal (195). Se considera un test positivo cuando, o bien se reproducen los síntomas propios que ya presenta el paciente (criterio A), o bien se reproducen los síntomas típicos de la distribución sensorial del NM, en la muñeca y tres primeros dedos (criterio B) (196). Con el propósito de aumentar la validez del test, algunos autores (196) recomiendan valorar si la sintomatología provocada en el ULNT1 cambia al

añadir lo que denominan un “cambio estructural”, consistente en un movimiento de una parte del cuerpo, distante de la zona donde aparecen los síntomas, que tensa o destensa aún más el tejido nervioso (por ejemplo, la inclinación cervical contralateral aumenta una respuesta sensorial en el antebrazo) sin cambiar la tensión en las estructuras adyacentes, como los músculos o los tendones. Según estos autores, este último elemento debe añadirse al test como un criterio esencial para clasificar un ULNT1 como positivo.

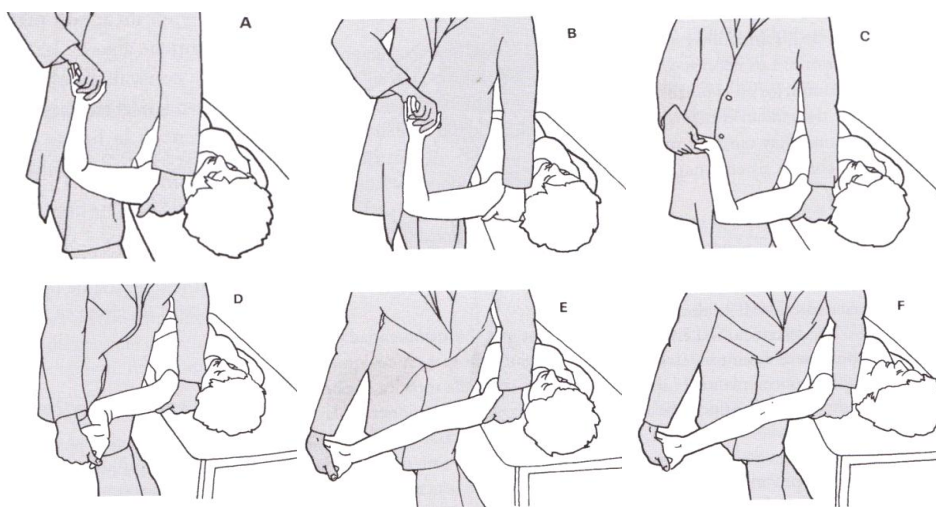


Figura 48. ULNT1 - Prueba de tensión nerviosa/ neurodinámica de las extremidades superiores para el nervio mediano.

En orden, la progresión de las diferentes fases de la maniobra. **A:** posición inicial del paciente y del examinador, **B:** abducción de hombro, **C:** supinación de antebrazo y extensión de muñeca y dedos, **D:** rotación externa de hombro, **E:** extensión de codo, **F:** inclinación cervical contralateral (195).

Por múltiples razones (diseño deficiente, variabilidad en los resultados, datos inconsistentes, pocos estudios que examinan las mismas pruebas y pequeños conjuntos de datos para cada prueba), no se ha definido ninguna prueba como “*gold standard*” para identificar el STC (180). La sensibilidad del test de Phalen varió de 46%-80%, y la especificidad de 51%-91%. El test de Tinel varió en sensibilidad de 28%-73%, y en especificidad de 44%-95%. El test de compresión del NM varió en sensibilidad de 4%-79%, y en especificidad de 25%-96%. La combinación de los resultados de más de una prueba de provocación podría aumentar las sensibilidades y especificidades. Por ejemplo, los resultados combinados de las pruebas de compresión del NM y de Phalen

(Figura 45B) arrojaron una sensibilidad de 92% y una especificidad de 92%; sin embargo, se necesita más literatura para confirmar si este resultado es diagnósticamente preciso (180).

Respecto al Signo de Flick, la literatura refleja una importante controversia. Los resultados obtenidos en estudios iniciales determinaron una alta sensibilidad y especificidad, con un 93% y 96% respectivamente (192), provocando una reacción en contra por parte de diferentes autores que revisaron estos datos, determinando que el signo de Flick es de una utilidad clínica limitada en el diagnóstico del STC, con una sensibilidad del 37% y especificidad del 74% (193).

Actualmente, la AAOS (108) afirma que *“existen pruebas contundentes que respaldan no utilizar la prueba de Phalen, el signo de Tinel, el signo de Flick o los criterios A / B de la prueba de tensión nerviosa/ neurodinámica de las extremidades superiores (ULNT según siglas en inglés) como maniobras de examen físico independientes para diagnosticar el STC porque, por sí solos, cada uno tiene una asociación débil o mala con respecto a la inclusión o descarte del STC”*.

De igual forma, existe una recomendación con grado de evidencia moderada respecto a la no utilización de otras maniobras o test diagnósticos en el STC de forma única o independiente (108), como: test de compresión del NM, test de Phalen inverso, debilidad tenar o debilidad en la abducción del pulgar (o prueba muscular manual del abductor corto del pulgar), discriminación de 2 puntos (2-point discrimination), test de monofilamento de Semmes-Weinstein, maniobra de alivio del STC (CTS-RM), déficit sensorial al pinchazo con aguja (pulgar, índice o dedo medio), criterio C de la ULNT, test de esfuerzo del NM anclado, percepción de vibraciones – diapasón.

Existe una evidencia contradictoria respecto a si la combinación de diferentes pruebas o test diagnósticos del STC ayuda a la inclusión o descarte del diagnóstico de STC, ya que las combinaciones de test no fueron validadas o ponderadas para asegurar confiabilidad, precisión y/ o relevancia clínica (108).

Se recomienda (108) realizar investigaciones donde se defina el diagnóstico estándar de referencia, ya que el desarrollo de escalas de diagnóstico estandarizadas y maniobras o test independientes debe evaluarse con un estándar de referencia.

Hay otras patologías que pueden presentarse con síntomas similares a los que se dan en el STC (por ejemplo, radiculopatía cervical, hipotiroidismo, neuropatía periférica, artrosis de muñeca/ trapeciometacarpiana, tendinitis/ tenosinovitis de muñeca, Raynaud, lesión arterial o trombosis, laceración de nervios, neuroma, lesión del plexo braquial, otros síndromes de atrapamiento nervioso, síndromes de dolor, etc.). Se recomienda que la exploración física incluya otras áreas de la extremidad superior y el cuello que puedan relacionarse con estos diagnósticos diferenciales (180).

El protocolo a seguir en este sentido puede ser el siguiente:

- a. Atrofia o debilidad muscular del hombro, codo, muñeca, pulgar y / o dedos.
- b. Rango de movimiento activo, especialmente para la muñeca y los dedos.
- c. Inflamación, masas y/ o sensibilidad alrededor de la muñeca o los dedos.
- d. Pulsos radial y cubital, y prueba de Allen.
- e. Heridas o cicatrices en la extremidad superior.
- f. Rango de movimiento de la columna cervical, y test de Spurling.
- g. Aumento del tamaño de la tiroides.
- h. Radiografías de muñeca.

1.2.5.2.3. Dinamometrías: valoración de la fuerza de la mano.

Además de los test y maniobras ya citadas, la AAOS (180) también aconseja realizar una valoración de la fuerza de prensión manual o agarre de la mano, así como de la fuerza de pellizco digital.

El NM inerva a toda la musculatura tenar, excepto a la porción profunda del flexor corto del pulgar, además de los dos lumbricales más laterales, al flexor largo del pulgar, al flexor superficial de los dedos y al flexor profundo del 2º y 3º dedos (128). De esta forma, junto al NC, inervan a toda la musculatura intrínseca y extrínseca de la mano responsable de la fuerza de prensión y pinza de la mano. Por ello, los test dinamométricos de la mano son un buen método de valoración funcional tras la lesión de dichos troncos nerviosos (197,198), razón por la cual se han mostrado como una técnica muy útil en la evaluación de las neuropatías periféricas de los NM y NC (199).

Dinamometría de la fuerza de prensión (o agarre) de la mano:

De forma habitual, la dinamometría para valorar la fuerza de prensión manual, también nombrada como agarre de la mano (Figura 49), es la técnica más utilizada para examinar la fuerza de la mano en pacientes con STC (198,200–202).

Este tipo de dinamometría se justifica tanto por una razón neurofisiológica como por otra de tipo biomecánica. Como ya se ha mencionado anteriormente, el NM da la inervación motora (128) a una gran parte de músculos que participan en este tipo de presa de agarre o prensión manual. Desde una perspectiva biomecánica, al realizar la fuerza de flexión de los dedos en pacientes con STC, los tendones de los músculos FSD y profundo de los dedos aumentan su tensión, aumentando también la presión intratúnel del TC y la compresión mecánica e isquémica del NM, principalmente entre los tendones del FSD y la cara dorsal del LTC (127,162,163) (*véase apartado “1.2.4.3. Restricción del deslizamiento del NM”*). Por esta razón, los pacientes con STC sufren dolor al realizar la fuerza de prensión manual, repercutiendo a su vez en una disminución de la fuerza en este tipo de presa.

El dinamómetro hidráulico tipo Jamar es el instrumento más frecuentemente utilizado para la medición de la fuerza isométrica de prensión manual (203), habiéndose contrastado su fiabilidad y validez (203,204).



Figura 49. Dinamometría de la fuerza de prensión manual (o agarre de la mano) (192).

Dinamometría de la fuerza de pellizco plamar digital (o pellizco en trípode):

La dinamometría de la presa de pellizco palmar digital (204,205), también conocida como pellizco en trípode (198), consiste en realizar una pinza de oposición entre el pulpejo del dedo pulgar y el de los dedos índice y corazón (Figura 50), por lo que se utiliza como medida de la fuerza isométrica de la pinza realizada entre estos tres dedos. Esta pinza digital depende de forma importante de la acción de los músculos tenares, por lo que se considera como una medida apropiada de la participación motora en el STC (198). La prueba de dinamometría de esta pinza digital ha sido validada en estudios previos, mostrando una alta fiabilidad (198,204).



Figura 50. Dinamometría de la fuerza de pellizco palmar digital (o pellizco en trípode) (205).

También se puede valorar la debilidad de la musculatura tenar mediante una prueba de fuerza, tal y como muestran Sucher & Schreiber (Figura 51), (178), donde se solicita al paciente la oposición y la abducción del pulgar de forma simultánea, aplicando resistencia a lo largo del borde radial del primer metacarpiano o primera articulación metacarpo-falángica. Cabe destacar el frecuente error diagnóstico a este respecto cuando se utiliza una prueba de fuerza de resistencia a la tracción de la pinza pulgar-índice que realiza el paciente (178). En este caso pueden existir falsos negativos, ya que esta pinza se realiza en parte por los músculos adductor del pulgar y flexor largo del pulgar y de los dedos, que están inervados por el NC, sin afectación en el STC.



Figura 51. Prueba de fuerza de los músculos tenares.

La oposición y la abducción de los músculos más cortos se prueban simultáneamente aplicando resistencia a lo largo del borde lateral del primer metacarpiano o primera articulación metacarpofalángica (178).

1.2.5.3. Pruebas complementarias.

1.2.5.3.1. Estudios de conducción nerviosa de la mano.

En la actualidad se acepta que la EMG es la prueba complementaria de elección en cuanto a aportar datos objetivos del grado de afectación del NM (206–208). Aún así, existe un grado de evidencia limitado que apoya la utilización de un dispositivo de ECN de mano para el diagnóstico del STC (108).

Como ya se ha explicado, las maniobras o test diagnósticos para el STC por sí solas no concluyen de manera fiable su diagnóstico. Sin embargo, cuando se combinan los síntomas, las maniobras o test diagnósticos y las pruebas de electrodiagnóstico, se obtiene significación estadística ($p < 0,05$) cuando se compara con los resultados post-quirúrgicos (180). Entre los candidatos quirúrgicos, las pruebas clínicas y los estudios de electrodiagnóstico se correlacionaron con resultados post-quirúrgicos positivos.

Aunque el STC no se puede realizar un diagnóstico primario solamente mediante criterios clínicos o electrodiagnósticos, la evidencia muestra que una combinación de los dos puede confirmar mejor el diagnóstico y proporcionar una orientación al planteamiento del tratamiento (conservador o quirúrgico). Se necesita de futuros estudios que determinen el grado de fiabilidad diagnóstica para diferentes combinaciones de estas pruebas o test (180).

Existen ocasiones en los que se puede obtener un resultado negativo en el ECN en pacientes con STC. Las razones por las que sucede este hecho pueden ser (178):

- a. la lesión del NM es demasiado leve, afectando muy pocas fibras nerviosas.
- b. los síntomas son provocados por una isquemia intermitente, que puede ser totalmente reversible.
- c. la prueba se ha realizado después de producirse una reinervación del potencial de acción del nervio sensorial.

La AAOS realiza otras recomendaciones respecto a los ECN (180):

- a. *“El médico debería realizar ECN para establecer un diagnóstico diferencial entre el STC y otras patologías”*. Las pruebas de EMG pueden diferenciar el STC de otros cuadros patológicos de nervios periféricos (por ejemplo, polineuropatía, plexopatía braquial o radiculopatía cervical).
- b. *“El médico debería realizar ECN en presencia de atrofia tenar y/ o hormigueo persistente”*. La indicación de estas pruebas se justifica en base al fuerte grado de evidencia de la asociación entre la presencia de atrofia de la musculatura tenar y el diagnóstico de STC (108), y al indicio de que tanto esta atrofia como un hormigueo persistente en la mano son susceptibles de daño severo en el NM. No solamente servirá para evaluar el grado de lesión nerviosa, sino también para realizar el seguimiento y control del mismo.
- c. *“El médico debería realizar ECN si las pruebas clínicas y/ o de provocación son positivas y se está considerando el tratamiento quirúrgico”*. De nuevo, es importante señalar que la evidencia muestra una asociación estadísticamente significativa entre la combinación de pruebas clínicas, pruebas de electrodiagnóstico y resultados quirúrgicos positivos. A este respecto, la *American Society for Surgery of the Hand (ASSH)* recomienda (209) el cambio en esta recomendación de la AAOS de que los ECN "deberían" obtenerse antes de la cirugía por "es aconsejable" realizarlos.

d. *“Si el médico decide realizar ECN, el protocolo de la prueba debe seguir las pautas de la American Academy of Neurology/American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine/American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation (AAN/AANEM/AAPMR) para el diagnóstico de STC”*. Estas pautas son:

- Velocidad de conducción sensorial del NM con latencia distal, en comparación con el nervio cubital y radial.
- Conducción del nervio motor mediano, en la mayoría de los pacientes.
- EMG de aguja, a criterio del médico.

1.2.5.3.2. Resonancia magnética.

Existe un grado moderado de evidencia científica que justifica no utilizar de forma rutinaria la RM para el diagnóstico del STC (108).

Sólo la inflamación fascicular severa, la tenosinovitis severa de los flexores o el aumento severo de la señal muscular tuvieron una fuerte asociación con el STC, lo que sugiere que la RM sería insensible para el diagnóstico de STC en la mayoría de los pacientes, en los que es poco probable que estos hallazgos estén presentes. El uso de la RM en el diagnóstico por imagen del STC debe reservarse para la evaluación de patologías relacionadas dentro de un contexto clínico apropiado (por ejemplo, descartar fractura oculta, pseudoartrosis del gancho del ganchoso, etc.) (108).

1.2.5.3.3. Ecografía.

Existen numerosos trabajos que estudian la validez del estudio de imagen del NM por ECO como método diagnóstico del STC (210–213), habiéndole estimado una sensibilidad del 82%-94% y una especificidad del 65%-97% (210). La variación en el rango de estos valores se debe principalmente a la falta de consenso en el protocolo utilizado durante la toma de las diferentes mediciones.

El parámetro principal que se toma como referencia en el estudio diagnóstico del STC es el CSA del NM (210,212,213), siendo su medición más fiable cuando se toma

a la entrada del TC, a la altura del hueso pisiforme (área transversal del NM en la muñeca - *AT-M*) (Figura 52) (211). En el STC el NM se encuentra en una situación de inflamación y edema, lo que hace aumentar su grosor. Por lo tanto, la medición de su CSA sirve como control del estado de este NM (210). Se establece una relación directamente proporcional entre el CSA y la afectación del NM (208). A mayor CSA mayor edema y, lo que es lo mismo, mayor afectación del NM; de igual modo en sentido inverso, a menor CSA menor edema (menor afectación nerviosa).

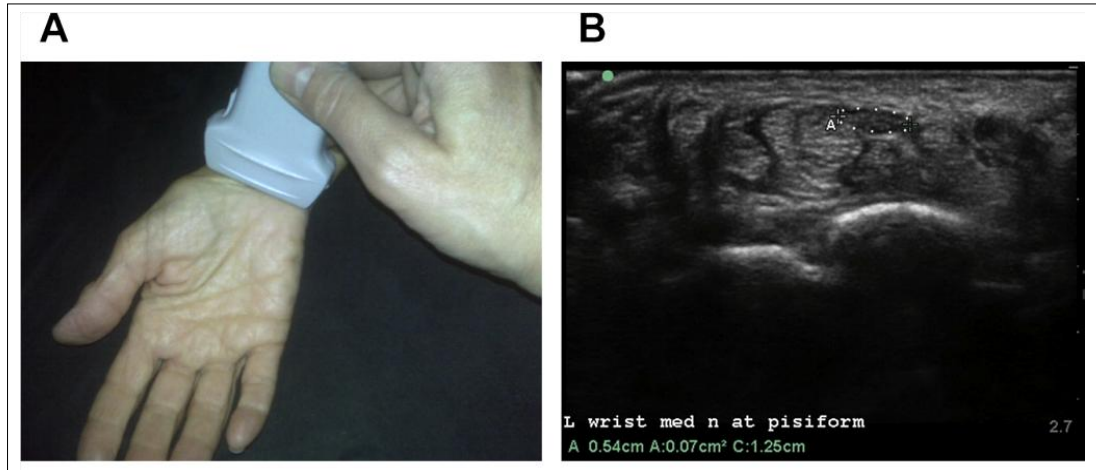
Existe un acuerdo general en que un *AT-M* mayor de 10 mm^2 tiene importancia diagnóstica para el STC (210), aunque hay trabajos que marcan como criterio diagnóstico de STC a valores superiores a 14 mm^2 y de exclusión diagnóstica a valores inferiores a 8 mm^2 (213).

Se ha establecido una relación entre las mediciones por ECO del NM, en especial del *AT-M*, y la gravedad del STC, determinada por EMG (214).

Además del valor del *AT-M* del NM como valor absoluto, existe la posibilidad de calcular la ratio entre los valores del *AT-M* y los obtenidos de una medición del CSA del mismo NM, pero a nivel del antebrazo, 12 cm. más proximal al pliegue ventral de la muñeca (215). Los autores plantean la ventaja del cálculo de esta ratio (ratio muñeca-antebrazo – *MA-R*) en el sentido de minimizar el posible efecto de la variabilidad de la población sobre un valor absoluto común como es el *AT-M* (215).

Resultados previos indican que la *MA-R* puede tener una mayor especificidad que el *AT-M* por sí sola (215). Si se considera una $MA-R \geq 1.4$ para diagnosticar un STC se obtiene una sensibilidad del 100% en una población de pacientes con STC comprobado por EMG. Si solo se hubiera utilizado el *AT-M* como indicador de STC, el 38% de estos sujetos se habrían considerado anormales (falso positivo), utilizando un valor de corte de *AT-M* $> 10 \text{ mm}^2$. Utilizando los mismos criterios, el 7% de estos pacientes habrían recibido un resultado de falso negativo.

Aún con los resultados de estos estudios, la AAOS considera que existe un grado de evidencia científica limitada que justifica no utilizar de forma rutinaria la ecografía para el diagnóstico del STC (108).



1.2.5.3.4. Escala de diagnóstico clínico – cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano.

Existe un grado de evidencia científica moderado que justifica que los cuestionarios de diagnóstico clínico podrían usarse para ayudar al diagnóstico del STC (108). Entre estos, el más utilizado y reconocido en la literatura científica es el cuestionario Boston para el STC (CBSTC).

El CBSTC, creado en el año 1993, fue específicamente diseñado para la medición de la intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida en pacientes con STC (216).

El CBSTC contiene preguntas referentes al dolor, molestias, pérdida de sensibilidad, debilidad, hormigueo y funcionalidad de la mano y muñeca que debe responder el paciente. Se cuenta con una versión validada al castellano (véase Anexo 1: Cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) – Auto-cuestionario administrado para evaluar la severidad de los síntomas y situación funcional en el síndrome del túnel carpiano en los pacientes que participaron el ECA.) que muestra una buena fiabilidad y con consistencia interna, siendo capaz de detectar

los cambios clínicos (217). El cuestionario incluye una primera parte donde se obtiene una escala de severidad de los síntomas (CBSTC-ESS), y una segunda parte donde se obtiene una escala de situación funcional (CBSTC-ESF).

El CBST-ESS incluye 11 preguntas con 5 niveles de severidad ascendente para cada apartado. Se divide en una parte que incluye los síntomas diurnos (intensidad, frecuencia y duración del dolor a lo largo del día) y otra que incluye los síntomas neuropáticos típicos (dolor, parestesias y disminución de la fuerza de la mano) tanto diurnos como nocturnos. Destacar el hecho de que el CBSTC recoge información de los síntomas que presenta el paciente con STC de una forma completa durante las 24 horas, ya que la presentación más típica y frecuente es nocturna, al dormir.

La puntuación final del CBSTC-ESS se obtiene de la suma de todos los valores de los 11 ítems consultados, de forma que las puntuaciones totales pueden oscilar entre 11 y 55 puntos.

El CBSTC-ESS ha evidenciado diferencias en todos sus ítems entre los pacientes diagnosticados de STC respecto de los no diagnosticados, siendo la diferencia global de puntuación entre ambos grupos de 11 puntos (218). El riesgo de padecer un STC es 6 veces superior si se puntúa entre 15 y 25, y 37 veces superior si se puntúa por encima de 25 en este cuestionario, que si se puntúa por debajo de 15. Estos resultados son coincidentes con los evidenciados por la literatura médica (219).

El CBSTC-ESF valora diferentes actividades de la vida diaria referentes a la motricidad fina (escribir, bañarse y vestirse, abrocharse los botones) y a la motricidad gruesa o fuerza de la mano (sostener un libro o el teléfono, abrir frascos, realizar las tareas del hogar, llevar bolsas de la compra). Las posibles respuestas a estas 8 preguntas varían con una puntuación ascendente de 1 a 5, siendo 1 “ninguna dificultad para realizar la actividad” y 5 “imposible de hacer esta actividad debido a los síntomas”. La puntuación final del CBSTC-ESF se obtiene de la suma de todos los valores de los 8 ítems consultados, de forma que las puntuaciones totales pueden oscilar entre 8 y 40 puntos.

La AAOS se refiere al CBSTC como una prueba débil en cuanto a su utilización para el diagnóstico del STC (108). Esto puede deberse al hecho de que el CBSTC se desarrolló más como una herramienta de control del estado/ evolución que no como

una escala de diagnóstico. De esta forma, generalmente se utiliza el CBSTC como sistema de medición de los resultados del tratamiento del STC.

Aún así, se han comparado las respuestas obtenidas en el CBSTC con los resultados del EMG del NM, prueba lo suficientemente validada como para utilizarse en la confirmación diagnóstica de STC (219). Se encontró correlación positiva entre la velocidad de conducción sensitiva distal con las preguntas 3, 4, 5 y 9 del CB, y entre la latencia distal motora con la pregunta 9, cuestiones relacionadas principalmente con la gravedad del dolor y de las parestesias nocturnas. En base a estos resultados se ha determinado que podría ser de interés utilizar este cuestionario como método simple y válido para diagnosticar el STC.

De forma reciente también se ha evaluado el uso del CBSTC como técnica de screening para el diagnóstico de STC, concluyéndose en que constituye una herramienta muy útil en este sentido (218).

1.2.6. Clasificación del síndrome del túnel carpiano.

El STC puede presentarse de diferente forma desde un punto de vista clínico. La variación en los síntomas y signos que presenta el paciente depende, principalmente, del nivel de lesión nerviosa. Por este motivo, el STC se clasifica en tres categorías diferentes, según el grado de afectación del NM: leve, moderado y grave.

Esta clasificación puede realizarse mediante dos sistemas principales, uno de tipo clínico y otro de tipo electromiográfico.

Clasificación según la gravedad en la presentación clínica del STC:

En base a la clasificación establecida por *Mackinnson* en 1988 (220), podemos encontrar una sintomatología diferente según la categoría del STC:

- LEVE: sólo existe presencia de síntomas de tipo sensorial (dolor, parestesias y / o entumecimiento).
- MODERADO: presencia de síntomas motores (debilidad en la oposición + flexión del pulgar).
- SEVERO: presencia de atrofia de la musculatura tenar.

Si complementamos este sistema de clasificación con las recomendaciones publicadas en la guía de práctica clínica de la *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy (JOSP)* (221), encontramos que la sintomatología se presenta de forma intermitente en los casos leves, mientras que serán constante en los moderados y graves. Como ya se ha comentado, los síntomas son más frecuentes por la noche, al dormir, en las fases iniciales, haciéndose más frecuentes también por el día hasta llegar a ser constantes en las fases más tardías y avanzadas de afectación nerviosa (180).

Clasificación según resultados de los ECN:

Cuando se decide realizar un ECN para valorar el grado de afectación del NM la AAOS (180) recomienda seguir las pautas de la *American Academy of Neurology/American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine/American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation (AAN/AANEM/AAPMR)* para el diagnóstico de STC (véase apartado “1.2.5.3.1 Estudios de conducción nerviosa de la mano”):

- Velocidad de conducción sensorial del NM con latencia distal, en comparación con el nervio cubital y radial.
- Conducción del nervio motor mediano, en la mayoría de los pacientes.
- EMG de aguja, a criterio del médico

Destacar que existen estudios que establecen una buena correlación entre los estadios electrofisiológicos y la gravedad de los síntomas clínicos (220).

1.2.7. Tratamiento del síndrome del túnel carpiano.

Las diferentes posibilidades de tratamiento conocidas para el STC se pueden clasificar en dos grandes grupos: el tratamiento de tipo conservador y el de tipo quirúrgico.

Siguiendo la guía de práctica clínica de la AAOS (222), la elección del tipo de tratamiento depende, en primera instancia, del grado de afectación que presenta el NM. En los casos de STC graves se recomienda directamente la cirugía como tratamiento de elección. En cambio, en los casos de STC leve y moderado existe una tendencia a recomendar el tratamiento de tipo conservador como de primera instancia (222,223). En estos grados de STC la terapia conservadora generalmente mejora los síntomas en 2-6 semanas, alcanzando el máximo beneficio a los 3 meses. Si no hay mejoría después de 6 semanas, se debe considerar otro enfoque, incluida la cirugía (222).

Existen datos positivos respecto a los beneficios tanto del tratamiento quirúrgico como del conservador, situando los resultados de la cirugía ligeramente por delante del tratamiento conservador en cuanto a la mejora del dolor y la funcionalidad de la mano reportada por el propio paciente, a los 6 y 12 meses después de la finalización del tratamiento (224). Aún así, la mayoría de los pacientes prefieren evitar la cirugía (224).

Los resultados de la aplicación de un programa de tratamiento conservador de tipo físico y manual han aportado beneficios similares a la cirugía en un plazo de 6 y 12 meses, pero con la diferencia de existir un mayor beneficio a corto plazo (1 mes) para el tratamiento físico (223). Este resultado nos puede hacer plantear una revisión en la redomendación de la AAOS, teniendo en cuenta que ésta se ha realizado basándose en la inclusión de estudios donde el tratamiento físico sólo se ha realizado de forma local y circunscrita a la región del TC, sin incluir tratamientos más globales que abarcan otras regiones del miembro superior y columna cervical donde puede existir un compromiso del NM, participando en un proceso más amplio de sensibilización del sistema nervioso central (223,225). El aumento de mejora a corto plazo del

tratamiento físico, unido al menor riesgo de efectos iatrogénicos de éste respecto a la cirugía, debería fomentar la recomendación del tratamiento de tipo conservador.

Dentro de la comunidad de cirujanos especialistas de la mano, la decisión entre aplicar un tratamiento de tipo quirúrgico u otro de tipo conservador depende principalmente del grado de afectación clínica que presenta el paciente, por delante incluso del resultado de un estudio de EMG (226).

1.2.7.1. Cirugía.

Como ya se ha explicado, la cirugía es el tratamiento de elección para los pacientes con STC y grado de afectación severa del NM, o cuando el tratamiento conservador no ha funcionado en los casos de afectación leve o moderada (120,222). Dada la gran prevalencia de este cuadro clínico - 3% en la población general, 1% en hombres y 7% en mujeres (109,111) - la cirugía del STC es uno de los procedimientos quirúrgicos más comúnmente practicados en la extremidad superior (222), estimándose que se practica en alguna ocasión al 1.9% de los hombres y al 4.1% de las mujeres a lo largo de su vida (227). La prevalencia de la cirugía del STC es del 3.1%, siendo el doble en mujeres que en hombres y con un pico máximo en las edades comprendidas entre los 50-59 años (227). La incidencia es de 1.73 por cada 1000 personas-año, también casi el doble en mujeres y con el pico máximo en las edades de 40-49 años (227).

1.2.7.1.1. Cirugía por liberación del túnel carpiano.

Cirugía abierta.

Practicada por primera vez en el año 1924 por Herbert Galloway, la técnica clásica de liberación del TC a cielo abierto y/o con campo limitado implica la división completa del LTC y la fascia profunda del antebrazo a nivel distal (o retináculo flexor), con visualización directa (120). Debido al bajo nivel de complicación técnica y al poco tiempo requerido, este tipo de cirugía es frecuentemente elegido por los cirujanos de mano para intervenir el STC (120).

En la mayoría de los pacientes, las técnicas de cirugía abierta consiguen un alivio de los síntomas con un porcentaje bajo de complicaciones. Sin embargo, después de este tipo de cirugía los pacientes pueden presentar, entre otras complicaciones, una cicatriz dolorosa y/o debilidad de la presa de agarre (120).

Liberación endoscópica.

Con el objetivo de disminuir la morbilidad postoperatoria se desarrollaron, en la década de 1980, las técnicas de liberación del TC mediante endoscopia. Practicada con 1 o 2 portales de entrada, en comparación con la cirugía abierta clásica, la endoscópica utiliza pequeñas incisiones y, por tanto, requiere menos disección del tejido subcutáneo y otras estructuras cercanas al LTC (120). En este sentido, la AAOS (108) recomienda considerar la cirugía endoscópica, con un grado de evidencia limitada, en base a los beneficios que puede aportar a corto plazo.

Por contra, el menor tamaño de las incisiones comporta una limitación en la visibilidad, lo que lleva a la posible aparición de complicaciones de tipo iatrogénico (120).

1.2.7.1.2. Efectos de la cirugía por liberación del túnel carpiano.

Como ya se ha explicado, la cirugía en el STC se basa en la sección del LTC. Según la AAOS (108) existe un grado fuerte de evidencia de que la liberación quirúrgica del LTC reporta beneficios en cuanto a la disminución de los síntomas y mejora de la función de la mano. Existen estudios que cuantifican esta mejora con un porcentaje de éxito que oscila entre el 70-98% (228).

Existe un grado de fuerte evidencia (108) que respalda que la cirugía del STC debería tener un mayor beneficio terapéutico a los 6 y 12 meses en comparación con la colocación de férula, la terapia de AINEs y una única inyección de esteroides.

Como ya se ha explicado, el TC tiene una capacidad limitada de deformación para adaptarse a la situación patológica de aumento de la presión intratúnel. Cuando esta adaptación es insuficiente la compresión del NM es inevitable. Para remediar esta situación, la cirugía practicada en el STC opta por seccionar el LTC (116,128).

La liberación del LTC produce una serie de efectos y cambios de tipo estructural, morfológico y biomecánico:

○ **Separación de los bordes seccionados del LTC:**

Tal y como se demuestra en diferentes estudios (116), tras la cirugía por liberación del TC se produce una separación de los bordes seccionados del LT (Figura 53).

Los resultados de un estudio ecográfico muestran que, después de la cirugía, el LTC se engruesa difusamente, adoptando un contorno más ondulado (229). Este mismo estudio calcula la distancia media del espacio entre los bordes del LTC, con un resultado de 3,45 mm (rango: 2,00 a 5,52).

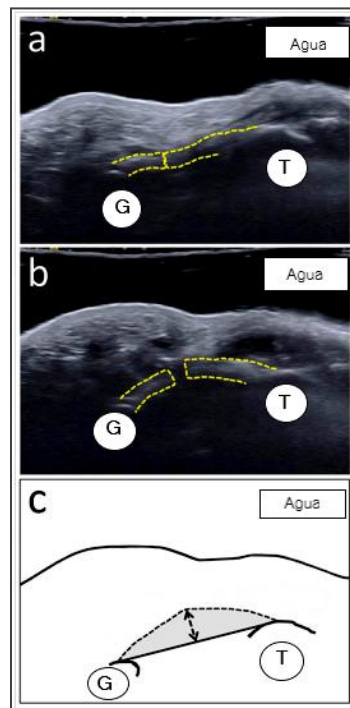


Figura 53. Separación de los bordes seccionados del ligamento transverso del carpo tras la cirugía. Imágenes de ultrasonido que muestran los cambios de un túnel carpiano tras cirugía con sección del ligamento transverso del carpo (línea punteada) a 10 mmHg **(a)** y 120 mmHg **(b)** a nivel del gancho del ganchoso (G) y el borde del trapecio (T) . El esquema **(c)** muestra: ancho del arco carpiano (línea continua entre los huesos), longitud del arco carpiano (línea discontinua), altura del arco carpiano (línea discontinua con flechas), y área del arco carpiano (sombreado gris). Traducido y adaptado del original (230).

○ **Ancho del arco carpiano (AAC):**

Los resultados de diferentes estudios realizados sobre el efecto de la liberación quirúrgica del LTC sobre el AAC se muestran controvertidos. Existen estudios donde se muestra un aumento de la distancia entre los extremos óseos donde se inserta el LTC, mientras que en otros no muestran cambios (152). Existen diferentes estudios que sí muestran cambios, como el de Tengrootenhuysen et al. (231), que aplicó cargas constantes al TC y demostró que el AAC aumenta de forma directamente proporcional a la cantidad de LTC seccionado. Xiu y col. (150) mostraron que la liberación completa del LTC condujo a un aumento en el AAC dependiente de la ubicación de la zona seccionada, con un mayor aumento relativo en la parte distal del TC que en la proximal. Kim y col. (230) informaron que la liberación completa del LTC causó un aumento de 9 veces la distensibilidad del arco carpiano.

Existen más estudios que muestran cambios en forma de aumento del AAC (120). Diferentes estudios han cuantificado este efecto en un aumento de 3 mm. para la distancia escafoides-pisiforme, y del 11% de la distancia gancho del ganchoso-trapecio. Otros estudios estiman un aumento del 13.6% (2.9 mm.) en el AAC en la cirugía abierta, y un 7% (1.7 mm.) para la de tipo endoscópica. Estos mismos autores plantean que valores superiores a un aumento del 20% del AAC podrían relacionarse con pérdidas más importantes en la fuerza de agarre de la mano.

De esta forma, parece coherente afirmar que la sección del LTC produce una alteración de la biomecánica del conjunto estructural del TC, en base a un incremento de su distensibilidad. El grado de esta distensibilidad es dependiente de la localización y extensión de la sección realizada (152). En cuanto a la localización, se ha calculado que aumenta x4.3 veces si la sección se realiza en la zona distal del ligamento, y x1.5 veces si se secciona a nivel proximal.

Señalar que en el seguimiento de los pacientes intervenidos, a partir de los 8 meses post-intervención se observa que los cambios en el AAC se igualan en relación a los valores pre-intervención (120).

○ **Cambio de la forma y aumento del volumen del TC:**

Después de la cirugía, la zona de corte del LTC se convierte en la parte más flexible y adaptativa del ligamento. Por lo que la presión en el interior del túnel, aumentada en el STC, empuja esta zona del LTC, obligándolo a adoptar una forma abombada y convexa, favoreciendo que la sección transversal del TC tenga una forma más redondeada (Figura 34) (116).

Este cambio en la forma del TC también comporta un cambio en su volumen (120). Se ha estimado un aumento del volumen del TC entre el $6.3\% \pm 1.0$ – $7.8\% \pm 1.5$ ml. O lo que es lo mismo, un aumento del 33% del CSA del TC (116).

El aumento de volumen asociado a una mayor convexidad del LTC se observa en el 90% de los pacientes intervenidos, favoreciendo el cambio de la forma de la sección transversal del TC, de una más aplanada a otra más circular y redondeada. Sólo en el 10% de los pacientes el aumento del volumen puede ser atribuido a un aumento de la distancia del AAC y del área carpiana (120).

De esta forma, el aumento de volumen del TC viene principalmente determinado por el aumento de la convexidad del LTC (distancia en el plano antero-posterior), más que por el aumento del AAC (distancia en el plano medial-lateral).

○ **Desplazamiento de los huesos carpianos (149):**

Después de la liberación quirúrgica del LTC, los huesos del carpo se desvían radialmente. El escafoides, el hueso más móvil en condiciones basales, es el que más se desplaza, en una dirección radial y dorsal. Consecuentemente, las presiones que sufren las superficies de contacto de las articulares mediocarpianas también cambian, de acuerdo con los cambios descritos de desplazamiento de los huesos del carpo.

○ **Desplazamiento del NM:**

El aumento de volumen del TC y el cambio de forma hacia la convexidad del LTC también tiene efectos sobre el NM, que se desplaza hacia palmar en una media de 3.5 ± 1.9 mm. en la cirugía abierta y de 0.6-1.0 mm. en la endoscópica (120).

Como resultado de la suma de los diferentes efectos producidos por la cirugía por liberación del TC, tenemos que la capacidad adaptativa del arco carpiano aumenta x9 veces (230).

De esta forma, se puede concluir en que la liberación quirúrgica del LTC puede ser un potencial mecanismo para la disminución de la presión intratúnel y la consiguiente descompresión del NM, consiguiendo así la mejora y alivio de los síntomas que sufren los pacientes con STC (152).

1.2.7.1.3. Complicaciones de la cirugía por liberación del túnel carpiano.

La mayoría de los pacientes se benefician de una importante mejoría clínica en sus síntomas después de ser intervenidos quirúrgicamente del STC (120). Pero se cuantifica que hasta un 25% de ellos no presentan esta mejoría (127,152,228,229).

Las complicaciones iatrogénicas comúnmente atribuidas a la cirugía por liberación del TC son: sección incompleta del LTC, neuropraxia o lesiones nerviosas (NM, NC, rama cutánea palmar del NM, nervios digitales), entrada inadvertida al canal de Guyon, lesiones arteriales (cubital, arco palmar superficial), hematoma, y/o lesiones de los tendones flexores (120,128,152).

La sección incompleta del LTC, además de limitar los posibles efectos beneficios de la cirugía, puede causar una restricción mecánica del TC, produciendo una compresión focal residual que puede contribuir a la isquemia del NM (152). Clínicamente, esta sección incompleta puede estar asociada a la presencia persistente de los síntomas clásicos del STC (152,229).

Además, en algunos pacientes, se puede formar una cicatriz que comporta una fibrosis perineural o intraneural del NM (228). Este atrapamiento del NM también puede ser causa de la perpetuación de la sintomatología clásica del STC.

Además, también se deben contemplar otros efectos que pueden producirse después de practicar este tipo de cirugía:

- **“Pillar pain”** (traducido del inglés como “dolor en la base de la mano”):

Definido como dolor y/o sensibilidad en la región de las eminencias tenar e hipotenar, es una complicación frecuente después de una cirugía tanto de tipo abierto como endoscópica, con una incidencia que varía entre el 6-36% (120). Se contemplan como hipótesis 4 posibles causas del “pillar pain” (120):

- 1) Causa de tipo **muscular/ ligamentosa**: la sección del LTC provoca una retracción de sus extremos hacia los bordes insercionales radial y cubital, resultando en una relajación de la musculatura intrínseca de oposición y pinza del pulgar que se insertan en el mismo (120). Como ya se ha apuntado anteriormente, la sección incompleta del LTC puede ser fuente del “pillar pain”, entre otros síntomas típicos del STC (152).
- 2) Causa de tipo **neurogénica**: como producto de la cirugía pueden lesionarse ramas nerviosas cutáneas del tejido palmar y subcutáneo de la misma región donde se realiza la/s incisión/es. El retináculo flexor, entendido como el refuerzo de la fascia antebraquial a nivel del carpo, posee entre sus fibras conectivas una rica red de terminaciones nerviosas sensoriales libres (nociceptores) y corpúsculos de Paccini, responsables de la sensibilidad superficial y profunda. La estimulación de estas terminaciones nerviosas mediante la incisión practicada en la cirugía del TC puede provocar su excitación, aumentando el dolor y simulando así una parte de los síntomas del STC (120,128,152). De todo ello se entiende que la cirugía de tipo abierto pueda acarrear con más frecuencia dolor post-intervención que la de tipo endoscópico, ya que esta última preserva en mayor medida tejidos ricamente inervados como el subcutáneo y el de la fascia antebraquial (119). La sección de los tejidos superficiales de la piel e hipodermis, y de otros más profundo como musculares, practicados en la cirugía abierta puede favorecer la existencia de adherencias de tipo cicatricial de estos mismos tejidos, alterando y excitando la información de terminaciones nerviosas intrafasciales, favoreciendo el fenómeno de “*cicatriz dolorosa*” (119).
- 3) Causa de tipo **edematoso** (120): se puede producir un edema superficial del LTC post-quirúrgico que provoque el “pillar pain”. La resolución de este edema suele coincidir en el tiempo con la desaparición del dolor.

4) Causa de tipo **biomecánico** (120): la sección del LTC conlleva una alteración del normal funcionamiento de la estructura del arco carpiano. Estos cambios morfológicos y biomecánicos producen, entre otros, una alteración del equilibrio de fuerzas de la articulación piso-piramidal, con un desplazamiento del pisiforme, que se contempla como posible causa del “pillar pain”.

Se ha determinado que el “pillar pain” acostumbra a desaparecer antes de los 3 meses posteriores a la cirugía. Aun así, puede ser causa de un retraso en el retorno a las actividades tanto laboral como de la vida diaria, lo que comporta una posible alteración emocional, y un aumento seguro del coste económico a nivel del sistema de Salud Pública (120).

En comparativas realizadas entre la cirugía abierta y las técnicas de liberación por endoscopia, se está de acuerdo en que estas últimas tienen un beneficio en cuanto al menor dolor cicatricial y acortamiento del tiempo de recuperación, posibilitando un retorno más precoz al trabajo y actividades de la vida diaria. Estos beneficios se dan en los primeros 3 meses posteriores a la intervención quirúrgica, pero se igualan al año de seguimiento (120).

○ **Debilidad en la fuerza de agarre o presión manual** (120):

Esta falta de fuerza es otra complicación comúnmente reconocida como complicación de la cirugía del TC. Entre otras, se contemplan como posibles causas de la debilidad en la presión de la mano tanto al “pillar pain” como a la alteración biomecánica en forma de desplazamiento anterior de los tendones flexores durante el movimiento de flexión de la mano.

○ **Cambios morfológicos y biomecánicos postoperatorios:**

Además de las complicaciones iatrogénicas ya aceptadas médicamente, después de una liberación por cirugía del TC se producen diferentes cambios biomecánicos que deberían, en opinión de diferentes autores, considerarse también como "complicaciones", más que no simplemente cambios post-operatorios "esperados" (120).

La alteración en el equilibrio estructural del TC, en forma de la sección del LTC realizada en este tipo de cirugía, conllevará una inherente alteración de la forma y

biomecánica normal de este complejo articular. Algunos de los principales efectos post-quirúrgicos en este sentido son (120):

→ **Estabilidad del carpo:**

Se estima en una disminución del 7.8%, lo que implica un menor rol al LTC en la estabilidad transversa intercarpiana, y mucho mayor en el sistema de polea de los tendones flexores.

→ **Alteraciones musculo-tendinosas:**

La sección del LTC acarrea una alteración anatómica en los músculos que normalmente se insertan en él, provocando su retracción muscular hacia los extremos. Este acortamiento se ha determinado en un 25% para la cabeza superficial del flexor corto del pulgar, en un 20% para la parte cubital del abductor corto del pulgar, en un 20% para el oponente del pulgar, y en un 10% para el oponente del 5º dedo. De forma lógica, la pérdida de la longitud de estas fibras musculares comporta también una disminución de su fuerza de contracción muscular.

En este campo también podemos nombrar la alteración del equilibrio de fuerzas de la articulación piso-piramidal, con un desplazamiento del pisiforme. Como ya hemos mencionado anteriormente, se contempla a esta alteración como posible causa del “pillar pain”.

La sección del LTC impide la normal contención de los tendones flexores durante el movimiento de la muñeca, produciéndose un desplazamiento en dirección palmar de éstos a partir de los 20-30º de flexión. Se contempla este desplazamiento como posible causa de la debilidad en la fuerza de agarre de la mano, frecuente después de la cirugía del TC.

○ **“Dedo en gatillo” (232):**

Diferentes artículos informan de la aparición de un *dedo en gatillo* meses después de practicarse cirugía en el TC, con una incidencia de esta concomitancia que varía entre 0.2-22%. Se plantea como causa a las consecuencias derivadas de la cirugía en la biomecánica normal del TC. La sección del LTC (y de la fascia antebraquial si se produce) provoca que esta estructura deje de cumplir su función de polea de los

tendones flexores, produciéndose un desplazamiento anterior de estos tendones y cambiando así el ángulo de entrada de los mismos en la polea A1 (situada en la base de los dedos, en la cara palmar de la articulación metacarpofalángica). Ello comporta un incremento de la fricción en los tendones, favoreciendo el desarrollo de una metaplasia fibrocartilaginosa del tejido conjuntivo o, lo que es lo mismo, predisponiendo a la aparición del *dedo en gatillo*.

○ **Variantes anatómicas del NM:**

En ocasiones la cirugía por liberación del LTC no resuelve el cuadro clínico del STC. Entre otras causas, se pueden citar la existencia de variantes anatómicas del NM (véase apartado “1.2.2.3.1. Variantes del nervio mediano”), como (128):

- **Variación del trayecto de la RMT**, dentro de un túnel de tejido conectivo separado que facilita su compresión.
- **Variación de la composición del tronco principal del NM** en el interior del TC en dos ramas, una radial y otra cubital. Una de estas divisiones, con más frecuencia la radial, puede discurrir por el interior del TC separada por un túnel adicional propio, lo que puede provocar que no se llegue a liberar, o incluso se confunda con la RMT.
- **Ramas adicionales para la musculatura tenar**. Además de la RMT como tronco principal, los músculos tenares pueden estar innervados por ramas adicionales, que pueden originarse en el antebrazo, y atravesar el TC superficialmente al LTC, o entre sus fibras. Es por ello que es necesario revisar el NM antes de que entre en el TC y valorar el curso de posibles ramas motoras adicionales, como también la rama cutánea palmar (sensorial), ya que al seccionar el LTC se pueden provocar déficits sensoriales en la mano.

1.2.7.1.4. Otras opciones quirúrgicas.

Como ya se ha justificado previamente, podemos afirmar que la gran mayoría de pacientes intervenidos quirúrgicamente con liberación del TC obtienen una mejoría clínica importante. Sin embargo, en una proporción de éstos existen complicaciones provocadas, de forma principal, por los cambios anátomo-estructurales practicados en la cirugía y que, a su vez, comportan alteraciones en la fisiología y biomecánica normal

de las articulaciones del carpo y/ o en el sistema de polea de los tendones flexores. En base a estas consecuencias no deseadas, existen autores (120) que plantean la posibilidad de desarrollar otros tipos de cirugía que, siendo igualmente efectivas, no impliquen la sección completa del LTC y, con ello, se puedan preservar las funciones de este ligamento, que es de vital importancia para el buen funcionamiento del complejo articular de la muñeca. Entre otras posibilidades se plantea el alargamiento del LTC, sin necesidad de seccionarlo, aunque se necesitan desarrollar más estudios en este sentido. En esta línea, mencionar la posibilidad del método de tratamiento con colocación de un balón percutáneo que busca aliviar los síntomas derivados de la compresión del NM mediante el estiramiento del LTC, manteniendo su integridad sin necesidad de seccionarlo (151).

Sin embargo, la AAOS (108) manifiesta que existe una evidencia de grado moderado en cuanto a que la inclusión rutinaria de las siguientes técnicas quirúrgicas complementarias no aportan ningún beneficio: epineurotomía, neurólisis, tenosinovectomía flexora y alargamiento/ reconstrucción del LTC.

Por contra, existe una corriente de pensamiento por parte de algunos autores (116) que ven la necesidad de seguir investigando y desarrollando tratamientos para el STC de tipo no-quirúrgicos, con el objetivo de intentar minimizar los riesgos y complicaciones de la cirugía, sin que ello implique necesariamente la pérdida de su beneficio clínico.

1.2.7.2. Tratamiento conservador.

Como ya se ha comentado anteriormente, de forma genérica se recomienda el tratamiento de tipo conservador como el de primera instancia en los casos de STC con una afectación del NM de grado leve o moderado (110,222,223).

Dentro de los tratamientos conservadores se pueden diferenciar dos grandes grupos: el tratamiento médico, englobando la inmovilización y la administración de fármacos, y el tratamiento de Fisioterapia, en el que todos los tratamientos aplicados son de tipo físico.

La Fisioterapia se utiliza con frecuencia para el tratamiento del STC y, aunque se le ha asignado un beneficio menor en comparación a la cirugía, una gran parte de los pacientes la prefieren por el miedo a sufrir los riesgos y complicaciones derivadas de la intervención quirúrgica (223).

1.2.7.2.1. Tratamiento médico.

Inmovilización.

Como tratamiento de primera instancia dentro del tratamiento conservador se recomienda la colocación de una férula rígida que inmoviliza la articulación de la muñeca en una posición neutra (Figura 54) (110,222). Es el tratamiento no quirúrgico más frecuentemente utilizado, ya sea de forma única o en combinación con otras posibilidades terapéuticas (233), otorgándole un nivel de evidencia alto en la mejora de los resultados en pacientes con STC (108). Se ha comprobado una mejora estadísticamente significativa tanto en la sintomatología (dolor, hormigueo, entumecimiento) como en la función de la mano (108,234).

El objetivo de esta actuación terapéutica es el de ayudar a reducir el edema y la fricción del NM (110). Esta inmovilización puede practicarse de forma continua durante las 24 horas del día, aunque la mayoría de profesionales acostumbran a indicar su colocación sólo durante la noche, cuando los síntomas clínicos de dolor, hormigueo y entumecimiento suelen ser más intensos (233,234). El tratamiento por inmovilización suele mantenerse durante un período de tiempo que oscila entre las 4 y 6 semanas (233,234).

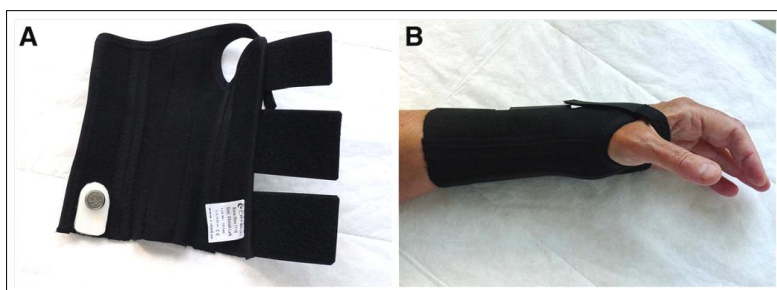


Figura 54. Inmovilización de la muñeca mediante férula rígida.

A: Férula convencional que contiene una barra de metal rígida. B: se muestra cómo mantiene la muñeca en posición neutra (233).

Tratamiento oral.

Existe un grado de evidencia moderado respecto al no beneficio de muchos de los fármacos orales que se han utilizado con frecuencia para el tratamiento del STC, como es el caso de los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), los diuréticos y la gabapentina (108,222).

Los esteroides orales sí pueden aportar una mejora clínica en el STC (108,222). La prednisona, a una dosis de 20 mg/ día durante 10 -14 días mejora los síntomas y la función en los pacientes con STC, en comparación con el placebo; se ha determinado que esta mejora dura hasta 8 semanas (108,222).

Tampoco se ha demostrado la eficacia terapéutica de la vitamina B₆ (piridoxina), así como otros complejos vitamínicos (astaxantina), administrados con el objetivo de mejorar la función neural (222).

Tratamiento por inyecciones locales.

○ Infiltraciones locales de corticoesteroides.

Existe una recomendación con alto grado de evidencia en que el uso de infiltraciones locales de corticoesteroides, como la metilprednisolona, es un tratamiento eficaz en el STC, manteniendo el beneficio hasta más allá de 1 año (108,222). Existen estudios que otorgan un fuerte grado de evidencia de que una inifiltración local de corticoesteroides es más efectiva que la cirugía del carpo a corto plazo (235).

Debe tenerse en cuenta que existe un potencial riesgo de lesión de diferentes componentes del TC, como los tendones flexores y las estructuras neurovasculares situados en la zona de abordaje (108,222). Este efecto iatrogénico se puede producir tanto por una lesión de corte producida por la aguja biselada de la inyección, como por el mismo efecto degenerativo sobre el tejido conjuntivo de los fármacos administrados. En este sentido, las infiltraciones guiadas por ECO minimizan este riesgo, además de aportar un mayor grado de beneficio clínico (222,236).

○ **Infiltraciones de plasma rico en plaquetas (PRP).**

Estas infiltraciones contienen plaquetas concentradas y varios factores de crecimiento que pueden ayudar a aliviar los síntomas, mediante mecanismos de acción que incluyen crecimiento, angiogénesis y regeneración de axones que podrían promover la regeneración del NM (110).

Aunque las infiltraciones de PRP es una técnica reciente y falta realizar un mayor número de estudios que investiguen a fondo su eficacia, existen revisiones sistemáticas y metanálisis que demuestran que el PRP puede ser eficaz para grados de STC leve y moderado, siendo su beneficio a medio y largo plazo mayor al de otros tratamientos conservadores tradicionales en cuanto a la mejora del dolor y función de la mano, y en la reducción de la inflamación del NM (237,238).

Al igual que en las infiltraciones de corticoesteroides, se recomienda realizar las de PRP de forma eco-guiada, con el objetivo de aumentar su eficacia y minimizar los posibles riesgos iatrogénicos (237).

○ **Infiltraciones de ozono.**

Existen publicaciones recientes acerca de este tratamiento, con resultados que apuntan hacia su eficacia en grados de severidad del STC leve y moderado, con beneficios, al menos a corto plazo, de la clínica y función de la mano (239). Comparando este tratamiento con las infiltraciones de corticoesteroides, los resultados apuntan hacia una eficacia similar en cuanto a la reducción del dolor y aumento de la función, aunque sin la mejoría en los estudios de EMG y ECO que sí muestran los corticoesteroides (240).

1.2.7.2.2. Tratamiento de Fisioterapia.

Existe una gran cantidad de técnicas de Fisioterapia para el tratamiento del STC que han sido objeto de estudio en diferentes publicaciones. A continuación, se desarrollan aquellas a las que se les ha determinado un nivel de evidencia científica respecto a su eficacia clínica.

En este sentido, es conveniente exponer algunos de los efectos descritos para estas técnicas, con el objetivo de entenderlos y poder compararlos más adelante con los que se producen en la práctica de la PS, sobretodo en cuanto a sus mecanismos de acción, tanto de tipo físico-mecánico como neuro-fisiológico.

Terapia manual osteopática.

Dentro de esta categoría se pueden agrupar aquellas técnicas que manipulan de forma manual las diferentes estructuras que componen el continente del TC, compartiendo el objetivo común de elastificar los tejidos que lo componen para disminuir así la presión existente en el interior del TC y, en consecuencia, la compresión del NM. Tal y como se ha desarrollado en el apartado *“1.2.4.1. Aumento de la presión intratúnel y maladaptación de la forma del continente”*, esta vía de acción puede intervenir de forma beneficiosa en el proceso etiopatogénico del STC.

En referencia al tratamiento del continente podemos encontrar, por un lado, técnicas de terapia manual osteopáticas que movilizan los huesos carpianos (181,241) y, por otro lado, las que centran su tratamiento sobre el LTC (181).

El beneficio en el STC derivado del estiramiento y relajación del LTC se apoya en la experimentación de diferentes estudios biomecánicos (155,242,243) (véase apartado *“1.2.3.3. Adaptación de la forma del continente”*). Sucher (244) nos muestra mediante imagen por RM el aumento de los diámetros transversal y ántero-posterior del TC después del tratamiento manual sobre el LTC, correspondiendo a su vez con una mejora tanto de la clínica como de los resultados de EMG en pacientes con STC. Posteriormente, el mismo Sucher demostró mediante estudio cadavérico (157) cómo se puede aumentar el AAC y la longitud del mismo ligamento. La técnica principal utilizada en estos estudios se denomina *“Opponens roll maneuver”* (traducido al castellano como maniobra de giro del oponente). Para realizarla, el fisioterapeuta realiza una presa de las regiones tenar e hipotenar del paciente con cada una de sus manos, traccionando progresivamente de éstas hacia los lados mientras, de forma simultánea, tracciona del pulgar en un movimiento hacia la extensión (Figura 55) (181).

Con esta maniobra se consigue disminuir la presión interna del TC mediante diferentes acciones (245):

- no solamente se estira y elonga el LTC si no que además también se consigue una elevación superior del mismo, abombándolo y separándolo del NM comprimido.
- además del estiramiento del LTC, también se produce un estiramiento de las fibras de los músculos tenares que se insertan y discurren sobre éste. De este modo se consigue disminuir la compresión del NM producida tanto desde el exterior del TC como desde el interior, por posibles intrusiones transligamentosas de sus fibras musculares sobre el nervio.

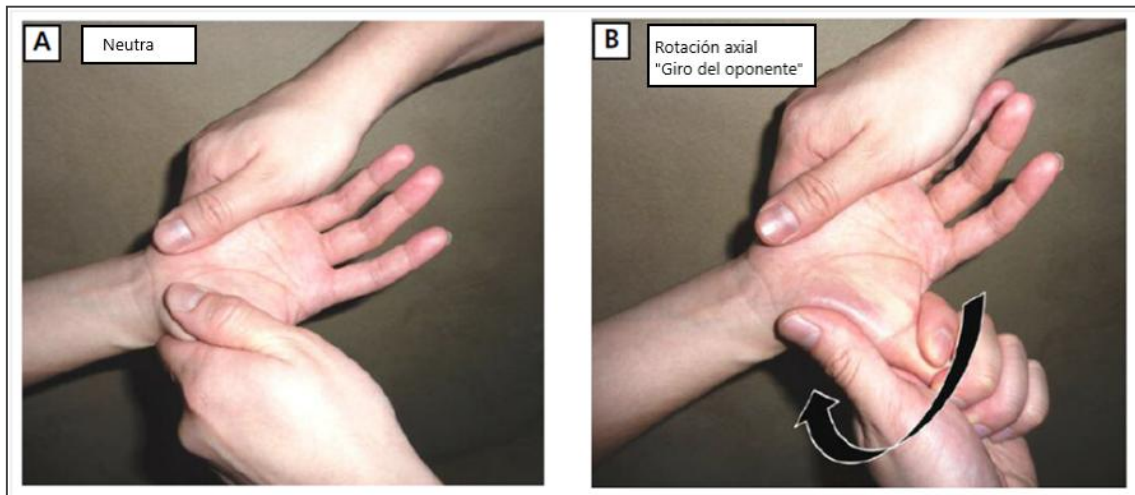


Figura 55. Terapia manual osteopática - "*Opponens roll maneuver*" o maniobra de giro del oponente.

A: el terapeuta realiza una presa en la región tenar y otra en la hipotenar. **B:** se tracciona progresivamente de la región tenar radialmente, a la vez que también se gira el pulgar hacia la extensión con el objetivo de crear tracción. Traducción y adaptación del original (181).

Los resultados del tratamiento combinado con movilización de los huesos carpianos y estiramiento del LTC practicado en el estudio de Burnham (246) aportan una mejora significativa de los síntomas y la función de la mano, consiguiendo registrar una elongación del LTC; en cambio, no se consiguen cambios significativos del CSA del NM y el abombamiento del LTC, registrados mediante ECO.

En contraposición a las técnicas que estiran el LTC traccionando desde sus extremos hacia afuera, existe otro tipo de maniobras de terapia manual osteopática que aplican una fuerza contraria a la anterior, es decir, en una dirección hacia adentro

del TC. Esta fuerza compresiva en dirección radio-cubital produce una relajación de las fibras del LTC mediante la aproximación de sus bordes insercionales (Figura 33). En el estudio *in vivo* de Marquart (153) esta fuerza compresiva produjo una disminución del AAC, a la vez que aumentaron el abombamiento del LTC y el CSA del TC; además, al relajar la tensión del LTC y descomprimir el NM, la forma transversal de éste se vuelve más redondeada. Estos resultados, junto con los obtenidos en otros estudios biomecánicos orientados en el mismo sentido (150,154), orientan hacia la posibilidad de tratamiento manual aplicando una fuerza compresiva que relaje el LTC y alivie la compresión del NM.

Neurodinámica.

Como ya se ha explicado en el apartado “1.2.4.3. Restricción del deslizamiento del nervio mediano”, en la patología del STC el NM se encuentra fijado, por la fibrosis del TCSS, en una posición palmar media, entre el LTC y los tendones de los FSD. Se limita así su normal deslizamiento en los planos transversal (127,162,163) y longitudinal (127,247) durante los movimientos de la muñeca y los dedos.

Las técnicas neurodinámicas, tanto del tipo de terapia manual como las realizadas por el propio paciente a modo de auto-ejercicios, tienen por objeto el movilizar el contenido del interior del TC, liberando y mejorando la movilidad del NM. Además de la movilización directa del NM, estas maniobras se ayudan del movimiento de los tendones flexores que discurren próximos al NM (248) y participan en su compromiso, a modo de “sandwich”, entre ellos y el LTC; de esta forma, al movilizar los tendones también se consigue, de forma indirecta, la movilización del NM.

Desde hace tiempo existen estudios donde se analiza el rango de movimiento producido por estas técnicas (249,250). De forma general, en neurodinámica se describen dos tipos de maniobras principales: las de *deslizamiento* y las de *tensión*. En las primeras la movilización de las articulaciones de la extremidad superior se produce de forma simultánea, siguiendo el principio general del movimiento longitudinal del NM en cuanto a que éste se desliza hacia la articulación si el movimiento de ésta alarga el lecho nervioso y se aleja si el movimiento lo acorta (164). De este modo se crean unas maniobras de movilización conjunta que favorecen el deslizamiento longitudinal

del NM; por ejemplo, el movimiento de extensión de muñeca (que alarga el lecho nervioso y aumenta la tensión en el NM en la muñeca) se compensa simultáneamente con un movimiento de en una articulación adyacente, como puede ser la flexión del codo (que reduce la longitud del lecho nervioso y reduce la tensión del NM en la muñeca) (Figura 56A) (250). Las maniobras de *tensión*, por el contrario, buscan el deslizamiento del NM mediante el movimiento de una o varias articulaciones del miembro superior (249), consiguiendo una puesta en tensión del propio tejido neural; sirva como ejemplo un movimiento de extensión simultánea de muñeca y codo (Figura 56B).

Aunque ha quedado demostrado que existe movimiento de desplazamiento del NM en los dos tipos de maniobras, este movimiento es mayor en las de tipo de *deslizamiento* que en las de *tensión* (164,249,250).

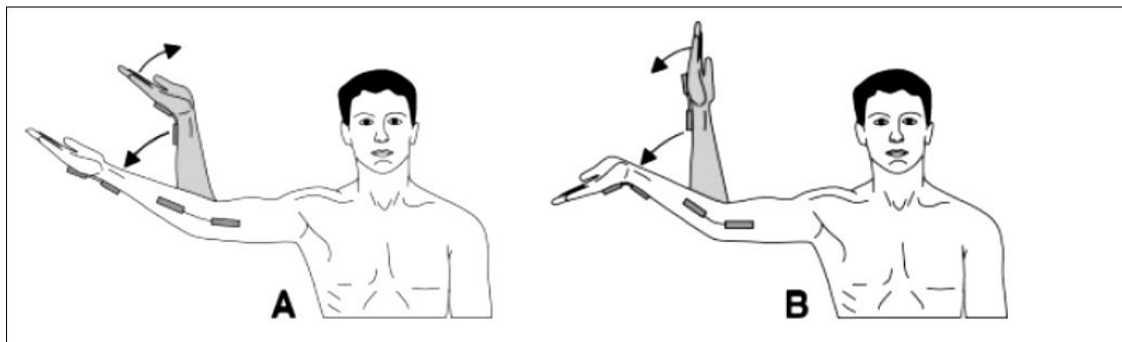


Figura 56. Técnicas neurodinámicas de *deslizamiento* (A) y *tensión* (B).

La mano y el antebrazo sombreados en gris ilustran la posición inicial. Las flechas indican los movimientos para llegar a la posición final (gráfico corporal sin sombreado). Las técnicas consisten en movimientos repetidos entre la posición inicial y final (250).

Además de la mejora en el movimiento del NM, se ha planteado que las técnicas neurodinámicas pueden mejorar la dispersión y reabsorción del edema existente en el NM comprimido en pacientes con STC. Un estudio cadavérico (251) ha comprobado que tanto en las maniobras de deslizamiento como en las de tensión existe una dispersión intraneural de fluido en el NM, situación que podría ser beneficiosa para el tratamiento del STC.

Aunque parece lógico que la movilización del NM no puede si no mejorar su fisiología y, por tanto, su estado, la efectividad de las técnicas neurodinámicas es

controvertida. Existen estudios y revisiones que les otorgan un nivel de evidencia limitado en cuanto a la efectividad en el tratamiento del STC (110,222,252,253).

Sin embargo, diferentes estudios aportan resultados beneficiosos en el tratamiento del STC, aplicados tanto como tratamiento único (248,254) como en forma de terapia combinada (255–258).

Entre las modalidades de terapia combinada cabe destacar aquellas que, además de las maniobras de *deslizamiento* y *tensión*, añaden técnicas de terapia manual para el tratamiento de tejidos blandos de otras estructuras que pueden favorecer el atrapamiento y compresión del NM no sólo en el TC, sino también en zonas más proximales (pronador redondo, aponeurosis bicipital, pectoral menor, región costo-clavicular y escalenos) e incluso en la región cervical (255,258). Esta forma de abordaje terapéutico se basa en actuar sobre el síndrome de doble aplastamiento y el proceso de sensibilización del sistema nervioso central. Entre estos últimos, el estudio de Fernández-de-las-Peñas (255) compara los resultados de la terapia manual combinada versus la cirugía, obteniendo unos beneficios más importantes a corto plazo (1 mes) a favor del tratamiento manual, que se igualan a largo plazo (6 y 12 meses) con la cirugía.

Masaje.

Existen diferentes tipos de técnicas de masaje publicadas para el tratamiento del STC. Más allá de su diferente nomenclatura, se pueden clasificar en dos grandes grupos, en función de si la localización de las estructuras que tratan es local (a nivel de la muñeca o mano) (259–261) o segmentaria-proximal (a lo largo de todo el trayecto del NM, desde su origen cervical hasta la muñeca, incluyendo los segmentos del brazo y antebrazo) (262,263). Según esta clasificación, podemos encontrar tratamientos manuales con masaje de tejidos blandos que tratan estructuras tanto de tipo local como segmentario-proximal (255,264,265).

Las estructuras diana más frecuentes en las técnicas de masaje con un enfoque local son los tejidos blandos de la muñeca y mano, como el LTC, la aponeurosis palmar, los tendones flexores de los dedos y la musculatura tenar. Las técnicas de masaje más utilizadas son las de fricción (tanto longitudinal como transversal), amasamiento y

sacudida de los dedos y mano (Figura 57). De forma conjunta, se le atribuyen una serie de efectos a nivel local (259,260,264,265):

- relajación del tono muscular.
- sedación nerviosa.
- aumento de la circulación de retorno venosa y linfática.
- favorecimiento de la eliminación local de productos metabólicos residuales.
- elastificación de los tejidos conjuntivo-fasciales.

Además de estos efectos locales, se considera que este tipo de técnicas de aplicación local también producen otros efectos de carácter más general, como (259,260,264,265):

- aumento de la liberación de la hormona de oxitocina y del neurotransmisor de serotonina.
- disminución de la actividad simpática, junto con una activación vagal.
- efecto de disminución de la sensación dolorosa, mediante el mecanismo de “gate control”.

En cuanto a su acción de interferencia en la fisiopatología del STC, se plantea que estas técnicas de masaje pueden disminuir el edema que presenta el NM (259,264,265) mediante la disminución del tono de la musculatura, el aumento de la actividad simpática local y el aumento de retorno circulatorio venoso y linfático. Además, los efectos sumados tanto de carácter local como general pueden ayudar a disminuir el dolor que presentan los pacientes con STC.

La mayoría de variantes de masaje local en la mano y/o muñeca han obtenido buenos resultados en estudios clínicos para el tratamiento del STC, con mejora de la sintomatología de dolor y/o parestesias, y aumento de la fuerza y función de la mano (259–261). Además, en alguna de éstas también se obtuvieron mejoría en algunos de los resultados de los estudios de EMG realizados (259,261).



Figura 57. Masaje local tipo "Madenci".

Aplicación de la técnica: Bombeo-drenaje: 30 segundos, frotando la superficie, de distal a proximal, en el antebrazo. Fricción: 60 segundos de distal a proximal y en el sentido de las agujas del reloj, con acción en tejidos profundos. Amasamiento: 30 segundos, de distal a proximal, en el antebrazo. Sacudidas: 30 segundos. Bombeo-drenaje: 30 segundos, frotando la superficie, de distal a proximal, en el antebrazo. Traducción y adaptación del original (259).

En otro tipo de enfoque, las técnicas que podemos clasificar como de tratamiento segmentario-proximal, buscan aplicar el masaje en los puntos de posible conflicto mecánico o atrapamiento a lo largo de todo el trayecto del NM, desde su origen cervical hasta su incursión en el interior del TC. La mayoría de estas zonas contienen un alto componente de tejido conjuntivo-fascial, por lo que el tratamiento de masaje busca activar diferentes efectos de mejora en la elasticidad del mismo, clave en la fisiopatología del STC, donde se encuentra en una situación de rigidez y adherencia, disminuyendo la capacidad de adaptación de este tejido para impedir el compromiso sobre el NM (263).

En relación a este tipo de abordaje más global se pueden encontrar estudios que se centran en el tratamiento de los PGM (262), en las zonas musculares de probable compromiso del NM como son los músculos subescapular, bíceps braquial (junto a su aponeirosos bicipital) y pronador redondo. De forma similar, pero

centrándose en las zonas de mayor densidad y rigidez fascial que marca el modelo de tratamiento formulado por Stecco (266), se sitúa el estudio de Prатели et al (263). En cuanto a la efectividad clínica de estas modalidades de masaje, aportan unos resultados de mejoría clínica y funcional de la mano, atribuyéndoles un nivel de evidencia moderado, a corto plazo (253).

Finalmente, trabajos como el de Fernández-de-las-Peñas et al (255) amplían el tratamiento con masaje de las zonas de posible atrapamiento, añadiendo a las anteriormente especificadas la región vertebral cervical, los músculos escalenos y la zona costo-clavicular (Figura 58). Tal y como ya se ha comentado en el apartado referente a las técnicas neurodinámicas, en el que también se ha incluido este mismo estudio al asociar técnicas de masaje y neurodinámica, esta terapia combinada plantea el efecto no solamente a nivel del tejido muscular o fascial, sino también de desensibilización del dolor mediante mecanismos neurofisiológicos más complejos. Volver a destacar los resultados obtenidos por este tipo de tratamiento combinado, mostrando una mejoría en la funcionalidad y fuerza de la mano, con unos beneficios más importantes a corto plazo (1 mes) respecto a la cirugía, que se igualaron con ésta a largo plazo (6 y 12 meses) (255).

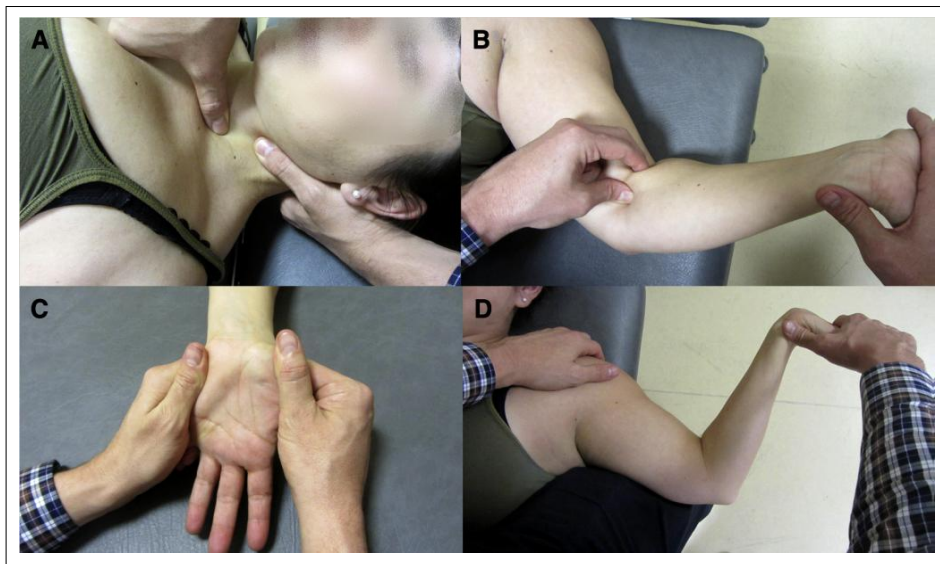


Figura 58. Tratamiento miofascial segmentario-proximal.

Terapia manual de tejidos blandos aplicada en zonas de posible atrapamiento del nervio mediano, para desensibilizar los circuitos del dolor del sistema nervioso central. **A:** músculo escaleno anterior; **B:** aponeurosis bicipital; **C:** estiramiento del ligamento transversal del carpo; **D:** tratamiento de deslizamiento tendinoso y neurodinámico para el nervio mediano (255).

Ultrasonidos (US) y fonoforesis de antiinflamatorios.

El mecanismo de acción subyacente a la terapia por aplicación de ondas de ultrasonido sigue sin estar claro hasta el día de hoy. Existen autores que discrepan respecto a la atribución clásica que se les ha dado respecto a un efecto antiinflamatorio, matizando en cambio que los ultrasonidos pueden aliviar el exceso de presión interna en el TC (267).

Existe un nivel de evidencia limitado respecto a la recomendación de la terapia por US como tratamiento eficaz en el STC a corto plazo (2 semanas), y de nivel moderado a medio plazo (de 7 semanas a 6 meses) (108,222,253).

La fonoforesis consiste en una modificación del tratamiento por US, sirviéndose de éstos para favorecer la absorción cutánea de fármacos antiinflamatorios tópicos desde la piel hacia los tejidos diana más profundos. Se ha estudiado el efecto de diferentes tipos de estos fármacos, como el ketoprofeno, corticoesteroides o la dexametasona, mostrando resultados de mejora en la reducción del dolor (268). La AAOS recomienda esta terapia, en concreto con ketoprofeno, con un grado de evidencia moderado (108).

Dos ECAs recientes han comparado los efectos terapéuticos de la fonoforesis con los de la iontoforesis, otorgando un nivel de evidencia moderado a favor del primero en el efecto a corto plazo (253).

Terapia por ondas de choque.

El tratamiento por ondas de choque se ha utilizado recientemente en el STC, aunque lleva tiempo aplicándose en otro tipo de neuropatías periféricas y disfunciones musculoesqueléticas (110). Las mini-ondas de choque inducen la regeneración axonal, y también han demostrado eficacia para reducir el dolor neuropático crónico (110).

En la agrupación de 6 ECAs publicados acerca del estudio de la eficacia terapéutica de las ondas de choque en el STC en forma de meta-análisis (269) se determina que pueden mejorar los síntomas, la función y los parámetros electrofisiológicos en pacientes con STC, aunque se necesita más investigación para confirmar los efectos a largo plazo y el protocolo de aplicación óptimo. Otras

revisiones otorgan a la terapia por onda corta un nivel de evidencia moderado, tanto a corto como medio plazo (253).

Láser de bajo nivel.

La terapia con láser de bajo nivel se basa en la transferencia de energía mediante un haz de luz, con el objetivo de reducir el edema, e incluso promover la regeneración axonal. Los mecanismos de acción que se le atribuyen para conseguir este efecto son:

- estimular la producción de endorfinas, serotonina y otros mediadores (110).
- estimular la proliferación de fibroblastos, la microcirculación y la actividad de la acetilcolinesterasa (263).

En diferentes revisiones sistemáticas (270) y metanálisis (271) se encuentran mejoras estadísticamente significativas en el grupo de tratamiento con láser de bajo nivel en comparación con el placebo, para pacientes con STC leve o moderado. Esta mejora se manifestó en la clínica, con disminución del dolor y aumento de fuerza de prensión de la mano, e incluso en los potenciales de acción sensitivo del EMG, hasta los 3 meses de seguimiento (271). El nivel de evidencia es alto para estos efectos a corto plazo (0 a 5 semanas), es decir, después o poco después de la duración del tratamiento LLT, pero los efectos parecen disminuir a medio y largo plazo (270).

Acupuntura.

La Acupuntura es una terapia de abordaje integral que centra su tratamiento en los puntos de acupuntura, en los que se refleja el estado de la energía vital (*qi*) que circula por todo el cuerpo a lo largo de meridianos, contemplados como líneas imaginarias de *qi* en el cuerpo (272). Por lo general se acostumbra a introducir y manipular agujas para estimular estos puntos de acupuntura.

Aunque no está claro cómo podría funcionar la Acupuntura, existen varios mecanismos posibles (272). Uno de ellos, que se basa en la teoría del “*gate control*”, sugiere que la estimulación con una aguja de acupuntura puede inhibir otros tipos de sensación de dolor. Otra teoría se refiere a la liberación de sustancias analgésicas del sistema nervioso central; esta teoría sugiere que la Acupuntura estimula la secreción

de endorfinas, serotonina y acetilcolina. Algunos estudios han demostrado que la Acupuntura puede modular el flujo sanguíneo dentro de áreas específicas del cerebro, no solo áreas somatosensoriales, sino también áreas de procesamiento cognitivo y activo. Esto hace pensar que la analgesia por Acupuntura podría ser el resultado de la neuromodulación del sistema nervioso central, aunque otros estudios sugieren que la Acupuntura tiene un efecto antiinflamatorio o antinociceptivo.

Ninguno de estos mecanismos ha sido confirmado. En última instancia, nadie sabe realmente cómo están mediados los efectos analgésicos de la Acupuntura (272).

Existen estudios del tratamiento de Acupuntura en pacientes con STC (273–275) con resultados significativos de mejora clínica, e incluso también de EMG, por lo general de tipo sensitivo. Aún así, la última revisión de la *Cochrane Library* (272) considera que la Acupuntura puede tener poco o ningún efecto a corto plazo sobre los síntomas del STC, en comparación con el placebo o la acupuntura simulada.

La localización de los puntos de acupuntura más frecuentemente utilizados en el tratamiento del STC (272,274) son, según nomenclatura de la medicina tradicional china: MC7 (*Dailing*), MC6 (*Neiguan*), IG4 (*Hegu*), IG5 (*Yangxi*), TR5 (*Waiguan*), MC8 (*Laogong*) y IG11 (*Quchi*) (Figura 59, Figura 60 y Figura 61).

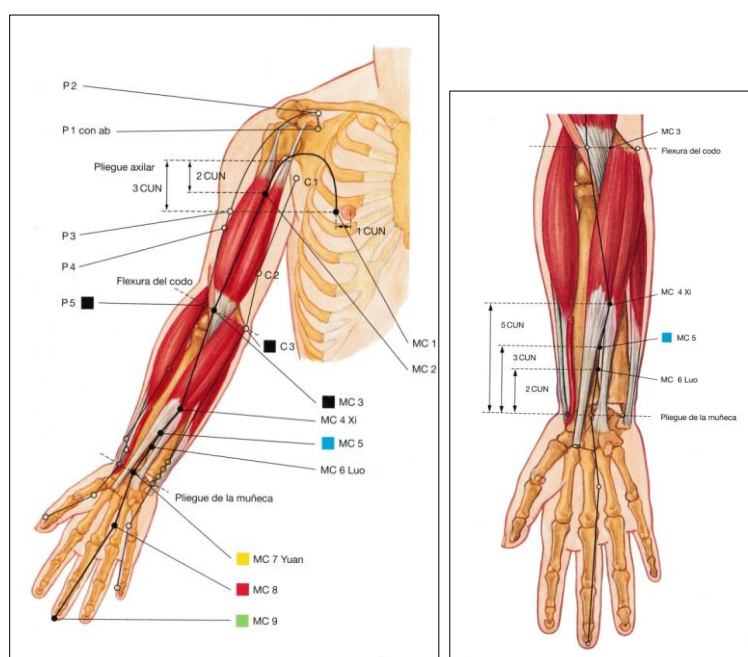


Figura 59. Meridiano y puntos de Acupuntura de *Maestro Corazón* (MC).

A la izquierda completo, y a la derecha ampliado en la región del antebrazo y mano (276).

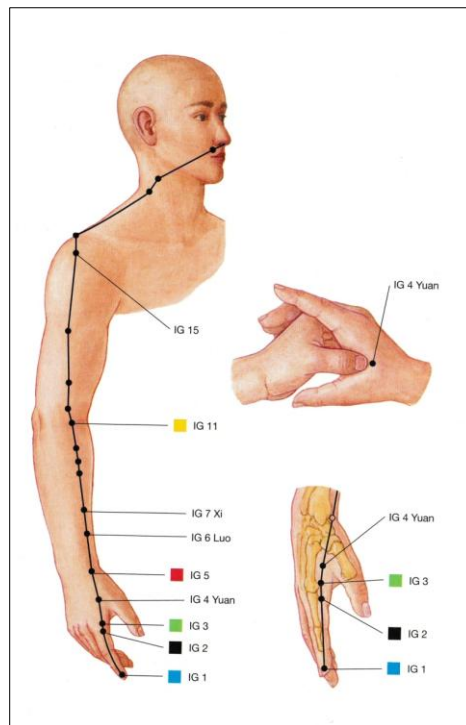


Figura 60. Meridiano y puntos de Acupuntura de *Intestino Grueso* (IG).
A la izquierda completo, y a la derecha ampliado en la región de la mano (276).

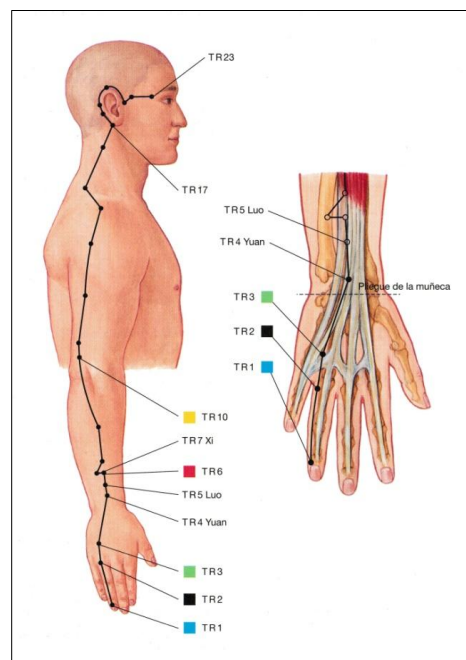


Figura 61. Meridiano y puntos de Acupuntura *Triple Recalentador* (TR).
A la izquierda completo, y a la derecha ampliado en la región de la mano (276).

Otras técnicas.

En lo que respecta a otras técnicas de Fisioterapia englobadas dentro del grupo genérico que se conoce como electroterapia, se ha determinado un nivel de evidencia moderado en los efectos a corto plazo para (253):

- las corrientes interferenciales respecto a la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS según nomenclatura en inglés).
- la diatermia por onda corta de tipo continuo respecto a la pulsada o el placebo.
- la hipertermia local por microondas respecto al placebo.
- la radiofrecuencia pulsada guiada ecográficamente.

En otro tipo de técnicas, cabe destacar también el estudio sobre el efecto de la técnica de fibrólisis diacutánea en pacientes con STC (277), por su acción sobre el tejido conjuntivo-fascial, que obtuvo muy buenos resultados tanto en parámetros de EMG como de mejora en la clínica y funcionalidad de la mano. Este tipo de tratamiento actúa sobre los tejidos conectivos de la cara anterior del antebrazo, muñeca y mano, adyacentes al trayecto del NM.

2 JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN.

Actualmente existe un aumento importante de publicaciones científicas recientes en el ámbito de la Fisioterapia Invasiva en general, y de la PS en particular (31,84,278–281). La inmensa mayoría de las técnicas descritas dentro de PS, así como sus principales líneas de investigación desarrolladas, se han centrado en la acción de ésta sobre el elemento muscular, convirtiendo a los conocidos PGM (*“myofascial trigger points”* en su nomenclatura original inglesa) como protagonistas principales. Pero cada vez existen más autores, como J. Dunning (282), que proponen que no se debería ignorar y/o menospreciar su acción sobre el tejido conjuntivo-fascial, el otro elemento de una misma, única e indivisible unidad funcional: la mio-fascia. Aunque existen pocas publicaciones respecto a la aplicación de la PS a nivel estrictamente fascial, otras aplicaciones de la PS como en tendinopatías y en el tratamiento de adherencias fasciales y cicatrices se han desarrollado en los últimos años, considerándose su uso en la práctica clínica (88).

En el ámbito de la Acupuntura se han realizado numerosos estudios para conocer el rol que desempeña la fascia en el fenómeno terapéutico que se pone en marcha al actuar con una aguja. De hecho, en los últimos tiempos la medicina que podemos definir como “occidental” ha ido conviviendo y asumiendo a esta terapia milenaria oriental como un complemento terapéutico eficaz. Esta aceptación de la Acupuntura ha ido acompañada de avances en investigación científica de las bases de esta terapia, donde cada vez más se le ha dado un peso principal al tejido conjuntivo-fascial. Podemos hablar así de una evolución hacia una Acupuntura occidentalizada, diferenciada de la oriental en su forma de entender la etiología, patofisiología y el enfoque y acción terapéutica.

La PS y la Acupuntura comparten la figura de la aguja como herramienta principal en el tratamiento. Esta aguja es sólida, en forma de alfiler, y se puede colocar y manipular de diferentes formas según el objetivo que se busque y la patología que se trate. Basándonos en esta coincidencia, podemos aprovechar y extrapolar a la terapia de la PS una parte de los conocimientos adquiridos por esta Acupuntura Occidental en

cuanto a los fenómenos que se producen al introducir y manipular una aguja sobre el tejido conjuntivo-fascial.

Con el objetivo principal de aportar más evidencias en la investigación de los efectos y beneficios de la PS sobre el tejido conjuntivo-fascial de forma general, hemos decidido concretar nuestra investigación sobre un cuadro clínico particular como es el STC. En la etiología de este cuadro clínico, extremadamente prevalente en la población general, se otorga un papel principal al LTC. Como en cualquier otro ligamento, el tejido principal de que se compone es de tipo conjuntivo-fascial. Razón por la cual la elección de la aplicación de la PS en el STC queda más que justificada con el fin de servir de ejemplo de la acción y beneficio de la PS sobre el tejido conjuntivo-fascial de una forma más general.

Por último, sólo nos quedará concretar en qué forma se traduce esta ejemplificación. Es decir, desarrollar un modelo de abordaje para la aplicación de la PS en el STC que se demuestre como posible, válido, inocuo y eficaz. Confiamos que la presentación y desarrollo de la presente tesis cumpla con este objetivo.

3 *HIPÓTESIS*

3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.

Hipótesis principal:

La punción seca, con técnica de enrollamiento fascial y siguiendo el modelo original descrito como “*punción seca tetrapolar carpiana*”, aplicada en pacientes con síndrome del túnel carpiano en un nivel de afectación del nervio mediano leve o moderado, disminuye el porcentaje de cirugía a este nivel, como consecuencia de la mejora de la clínica dolorosa y motora, así como de la funcionalidad de la mano.

Hipótesis secundaria:

Las agujas de PS aplicadas en el túnel carpiano, siguiendo el modelo de abordaje original descrito como “*punción seca tetrapolar carpiana*” y manipuladas con la técnica de enrollamiento fascial, alcanzan y actúan sobre el ligamento transversal del carpo, así como otras estructuras conectivas profundas que forman la pared anterior de este túnel.

4 OBJETIVOS

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Objetivo principal:

Determinar la proporción de pacientes con síndrome del túnel carpiano, en un nivel de afectación del nervio mediano leve o moderado, en los que la aplicación de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial y siguiendo el modelo original descrito como “punción seca tetrapolar carpiana”, disminuye el porcentaje de cirugía a este nivel, como consecuencia de la mejora de la clínica dolorosa y motora, así como de la funcionalidad de la mano.

Objetivos secundarios:

- Evidenciar mediante imagen ecográfica cómo las agujas de punción seca aplicadas en la región del túnel carpiano siguiendo el modelo de abordaje original descrito como “punción seca tetrapolar carpiana” pueden alcanzar el ligamento transversal del carpo (LTC), actuando sobre el mismo en forma de tracción-estiramiento al realizar la técnica de enrollamiento fascial.
- Observar si existe diferencia entre grupos en el nivel de mejora en las pruebas complementarias realizadas, tanto de EMG como de ECO, a las 12 semanas del inicio del estudio.
- Determinar si existen efectos adversos o no deseados asociados a la aplicación de punción seca con técnica de enrollamiento fascial, siguiendo del modelo de abordaje original de “punción seca tetrapolar carpiana”, tanto en sujetos sanos como en pacientes con síndrome del túnel carpiano y, en caso positivo, especificar cuáles son y con qué frecuencia se dan.
- Dentro del estudio de los efectos no deseados, determinar la intensidad de dolor asociado a la aplicación de esta técnica, tanto a corto plazo como su posible persistencia a medio o largo plazo.

5 MATERIAL Y MÉTODOS

5. MATERIAL Y MÉTODOS.

Para cumplir con los objetivos marcados, se ha dividido el desarrollo de la presente tesis doctoral en dos fases:

- 1) La primera fase se centró en la presentación y validación del modelo de abordaje propuesto para la aplicación de la PS en el STC, descrito como “*punción seca tetrapolar carpiana*” (PSTC) (véase Figura 62). Dado el carácter original de la técnica de PSTC, no existían experiencias previas que nos informasen sobre la profundidad a la que llegan las agujas colocadas, ni de las estructuras sobre las que actúan, así como tampoco de los posibles riesgos derivados de este modelo de abordaje. Para despejar estas incógnitas se optó por la realización de un estudio de validación mediante ecografía (283), aportando así evidencia científica al que en un principio sólo era un modelo teórico.
- 2) La segunda fase consistió en el desarrollo de un ensayo clínico aleatorio (ECA) a simple ciego en el que se planteó determinar la proporción de pacientes con STC y nivel de afectación del NM leve o moderado en los que la aplicación de la PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje original descrito como PSTC, en los que se consigue evitar la cirugía a este nivel.
determinó la proporción de pacientes con STC y nivel de afectación del NM leve o moderado en los que la aplicación de la PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje original descrito como PSTC, evitó la cirugía a este nivel. La no necesidad de cirugía en estos pacientes se asoció a la mejora obtenida en la clínica de dolor, fuerza y funcionalidad de la mano.

A continuación pasamos a explicar la metodología aplicada en cada una de estas dos fases de una forma concreta y detallada.

5.1. PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.

5.1.1. Tipo de diseño.

En primer lugar se diseñó y desarrolló un estudio de validación mediante ecografía de la PS con TEF aplicada en el TC, siguiendo el modelo de abordaje original descrito como “*punción seca tetrapolar carpiana*” (PSTC).

Este trabajo, con título “*Validación mediante ecografía del alcance de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el túnel carpiano*”, fue publicado en la revista *Journal of Bodywork & Movement Therapies* en el volumen 22 del año 2018 (283) (véase Anexo 2: “*Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound*”, artículo publicado por la revista *Journal of Bodywork & Movement Therapies* en el volumen 22 del año 2018 (283).).

5.1.2. Población de estudio.

La población de estudio estuvo compuesta por sujetos sanos de entre 30 y 70 años, con características antropométricas distintas.

5.1.2.1. Criterios de exclusión.

- Realización de cirugía previa en la región de la muñeca y TC.
- Presencia de anomalías o variantes anatómicas, tales como un NMB, AMP y/o posición aberrante de las ramas cutáneas palmares y/o de la musculatura tenar del NM.
- Aversión o fobia a las agujas.
- Pacientes embarazadas.
- Incapacidad intelectual para entender el procedimiento, metodología y objeto del estudio (trastornos mentales, psiquiátricos, bajo nivel de coeficiente intelectual, ...).

5.1.2.2. Selección y tamaño de la muestra.

Se seleccionó una muestra de voluntarios sanos, entre 30 y 70 años, con características antropométricas distintas, y valorados bilateralmente.

Se consideró la fórmula de cálculo de tamaño de muestra para estimación de proporciones, ya que el parámetro principal que se quería estimar en este estudio era el porcentaje de individuos en los que al aplicar las agujas de PS se alcanza el LTC. Para ello se estableció como parámetros en dicha fórmula una proporción esperada de 90%, un umbral de precisión del 15% y un error α del 5%. Obteniendo un número necesario de 15 valoraciones, que asumiendo un porcentaje de pérdidas posibles del 15% se estimó un tamaño de muestra final de 18 valoraciones, es decir, 9 individuos valorados bilateralmente.

5.1.3. Descripción del procedimiento y/o intervención.

El procedimiento seguido fue, para cada una de las muñecas estudiadas, la colocación de cuatro agujas de PS según el modelo de abordaje original propuesto para el TC, denominado PSTC (283) (Figura 62). La extremidad superior del paciente se colocó en una posición de extensión casi completa del codo, con el antebrazo en supinación y la muñeca en posición neutra, dejando accesible la cara ventral de esta última articulación para poder realizar la intervención. Las agujas fueron colocadas por un fisioterapeuta con 12 años de experiencia en PS, utilizando únicamente referencias anatómicas, en todos los casos desde un abordaje ventral carpiano, y sin la ayuda ni guía de imagen ecográfica. Las dos más proximales se situaron a la altura de los huesos escafoides (aguja proximal-radial: P-R) y pisiforme (aguja proximal-cubital: P-C), mientras que las dos más distales se colocaron a nivel de los huesos trapecio (aguja distal-radial: D-R) y ganchoso (aguja distal-cubital: D-C). Las cuatro agujas siguieron una dirección oblicua, siempre a dorsal y buscando la línea media del centro del TC, con una inclinación de unos 45º aproximadamente, tanto en dirección cráneo-caudal como medial-lateral. En cada una de las agujas se profundizó hasta llegar a sentir un tope elástico firme, a priori y a falta de confirmación ecográfica, atribuible al LTC. Seguidamente, se manipuló cada una de las agujas imprimiendo una rotación

unidireccional que finalizó al sentir un tope final en este movimiento, provocado por la resistencia acumulada que ofrece el tejido conjuntivo-fascial “enrollado” alrededor de la aguja. Es el conocido como fenómeno de “*agarre de la aguja*” (“*needle grasp*” en inglés), ya explicado en el apartado “1.1.3.2.2. *Mecanismos de acción de la PS en el tejido conjuntivo*” de este trabajo. Se optó por nombrar como TEF a esta técnica de manipulación de la aguja, que se puede incluir dentro del tipo de “giros de la aguja” (véase apartado “1.1.3.2.1. *Técnicas de PS en el tejido conjuntivo*”), en base a que se aplica en una estructura compuesta en gran proporción de tejido conjuntivo-fascial como es el LTC, y con la intención de que esta forma semántica represente de forma fiel la idea de acción sobre este tejido mediante el “*enrollamiento*” del mismo sobre la aguja de PS. En este sentido, se eligió aplicar una rotación unidireccional en base a la mayor fuerza de agarre de la aguja que se obtiene con este movimiento, cuantificada y recogida en estudios previos (71).

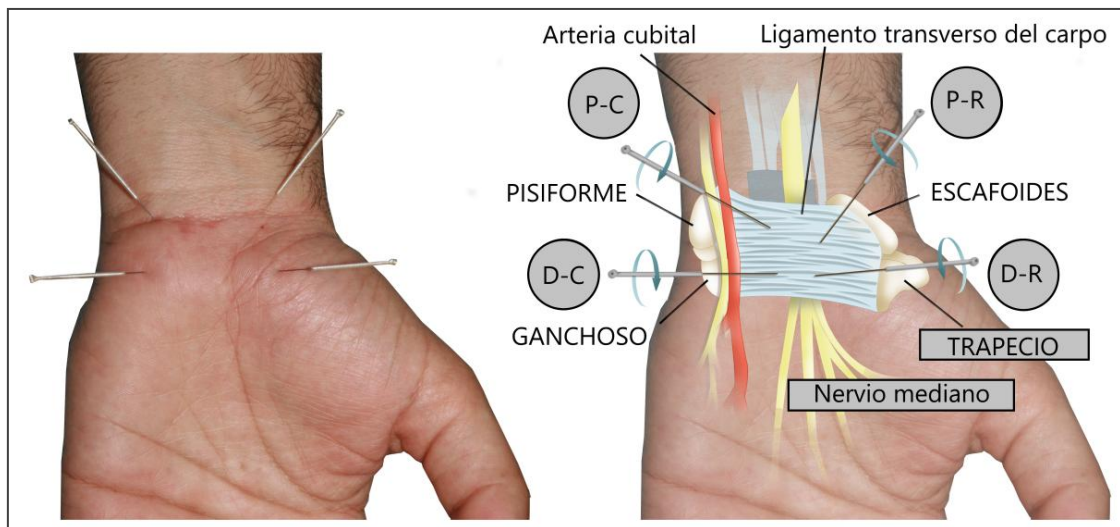


Figura 62. Modelo de abordaje de “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

Fotografía y esquema de la colocación de las agujas de PS y manipulación con técnica de enrollamiento fascial (TEF) en el túnel carpiano (283). *P-R: aguja proximal-radial; P-C: aguja proximal-cubital; D-R: aguja distal-radial; D-C: aguja distal-cubital* .

Traducida y adaptada del original (283).

Seguidamente a la aplicación de cada una de las agujas, se realizó una valoración ecográfica individual, repitiéndose este proceso para cada una de las cuatro agujas colocadas (Figura 63). En esta valoración ecográfica se registraron, de forma

sucesiva, las mediciones de las distancias inculidas en las variables de estudio (véase apartado “5.1.5.2. Variables principales”). Para el cálculo de estas mediciones, en mm., se utilizaron como referencias: el extremo de la punta de la aguja, la superficie anterior del LTC, la superficie anterior del perímetro externo del NM, y la superficie radial de la arteria cubital. Todos los estudios ecográficos fueron realizados por un mismo médico, especializado y con más de 25 años de experiencia en ecografía MSK.

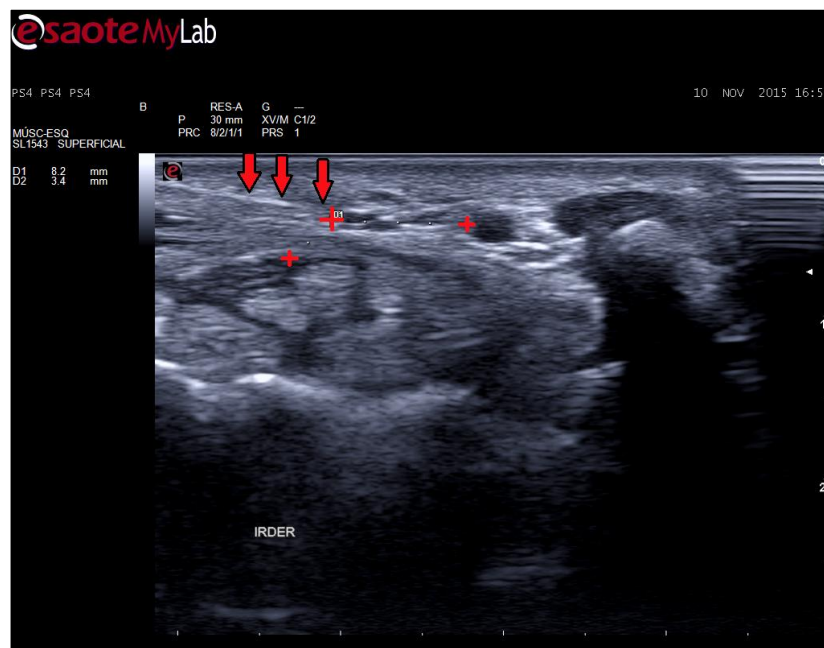


Figura 63. Exploración ecográfica realizada en el estudio de validación del modelo de abordaje “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

Esta imagen corresponde a la aguja distal-cubital. Las flechas rojas señalan la aguja, mientras que la línea de puntos marca la distancia desde la punta de la aguja al nervio mediano y a la arteria cubital, marcados con una cruz roja (283).

5.1.4. Material.

Las agujas utilizadas fueron del tipo chino (o clásica) con mango de plata y tubo guía (Figura 12), de medida 25 x 0.30 mm., de la marca *Agupunt® (AGP PREMIUM TIPO CHINO)* (véase apartado “1.1.4. Tipos de aguja utilizados en punción seca”).

Todos los estudios ecográficos se realizaron con un sistema de ultrasonido Aplio 400 (Toshiba Medical Systems, Nasu, Japón) usando un transductor de alta frecuencia 5-12 MHz lineal (modelo PLT 805AT) con una longitud de 67 mm y una

amplitud de visión de 58 mm. La profundidad fue de 1 cm, con un solo foco en 1 cm, y el rango dinámico de 65.

5.1.5. Definición y medición de las variables de estudio.

5.1.5.1. Características basales.

En el momento de inclusión en el estudio se recogieron las siguientes variables, que describen la muestra seleccionada:

- Características socio-demográficas.
 - Edad (en años).
 - Sexo (Hombre o Mujer).
- Características antropométricas.
 - Índice de Masa Corporal (IMC): $IMC = \text{peso (Kg.)} / \text{altura}^2 \text{ (m.)}$
 - Perímetro de muñeca (en cm).
 - Mano de estudio (Derecha/ Izquierda).
 - Mano dominante (Derecha/ Izquierda).

5.1.5.2. Variables principales.

Durante el transcurso del estudio ecográfico se registran los datos de las siguientes variables principales:

- Distancia de la punta de la aguja al LTC (en mm.) o contacto con el mismo (Sí o No).
- Tracción-estiramiento del LTC (Sí o No), visible ecográficamente al manipular cada una de las agujas con la TEF.
- Distancia de la punta de la aguja al NM (en mm.).
- Distancia de la punta de la aguja a la arteria cubital (en mm.).
- Aparición de sangrado externo superficial y/o hematomas (Sí o No).
- Medición de la intensidad del dolor producido por la introducción y manipulación de cada una de las agujas mediante una NPPE (véase apartado “1.2.5.1. Anamnesis y presentación clínica. Dolor y parestesias”).

Las dos últimas variables (aparición de hematoma y medición de la intensidad del dolor) se recogieron justo al finalizar la técnica, a los 10 minutos de haber finalizado, y una semana después.

5.1.6. Análisis estadístico.

El análisis de los datos se hizo mediante el paquete estadístico SPSS 21.0. Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables registradas. En el caso de las cualitativas se calculó la frecuencia y porcentaje y, en el caso de las cuantitativas, la media, desviación estándar e intervalo de confianza (CI95%).

5.1.7. Consideraciones éticas.

A todos los sujetos participantes en el estudio se les entregó el documento de información y el consentimiento informado (véase Anexo 3: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – *“Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound”*), el cual todos firmaron de forma voluntaria.

Este proyecto de investigación cumple los principios de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (adoptada en Junio de 1964 en la 18ª Asamblea Médica Mundial, con última adaptación en la 64ª Asamblea General celebrada en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013), las pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos de la CIOMS (OMS 1982), el Código Deontológico y Ético del Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya y la legislación vigente sobre la confidencialidad de datos (ley orgánica 15/1999 del 13 de Diciembre).

El presente estudio fue aprobado por el Comité d'Ética d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de Catalunya (véase Anexo 4: Dictamen favorable del Comité d'Ética d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de Catalunya – *“Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound”*), así como por el CER de la Universitat

Internacional de Catalunya (véase Anexo 5: Dictamen favorable del CER de la Universitat Internacional de Catalunya .)

Se declara la no existencia de conflictos de interés de los autores y promotores del estudio. No existieron intereses comerciales o económicos, así como de ningún otro tipo más allá de los puramente profesionales y/o científicos.

5.2. SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

5.2.1. Tipo de diseño.

Una vez validada la técnica-intervención (PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje de PSTC) (283), se inició la segunda fase del trabajo en la que se desarrolló un ECA para determinar la proporción de pacientes con STC y nivel de afectación del NM leve o moderado en los que la aplicación de la PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje original descrito como PSTC, evita la cirugía a este nivel. La no necesidad de cirugía en estos pacientes se asocia a la mejora obtenida en la clínica de dolor, fuerza y funcionalidad de la mano.

Este estudio se diseñó en forma de ECA a simple ciego, en el que el evaluador estuvo cegado a la asignación de los sujetos a los grupos de estudio.

5.2.2. Población de estudio.

La población estuvo compuesta por pacientes con un diagnóstico clínico y electromiográfico de STC e indicación de cirugía por liberación del TC, siendo los niveles de afectación del NM de carácter leve (desmielinización focal sensitiva sin degeneración axonal) o moderado (desmielinización focal sensitiva y motora, sin o con mínima degeneración axonal) según EMG.

Ante la falta de una prueba “gold standard” clara en el diagnóstico del STC se siguieron las recomendaciones de la AAOS (180), en cuanto a la evidencia existente del aumento de la fiabilidad de este diagnóstico cuando se combinan el diagnóstico clínico (síntomas y test clínicos) y el electromiográfico. Es por ello que, para dicho diagnóstico e inclusión, se consideró necesario cumplir los siguientes dos criterios:

1. Presencia de, como mínimo, 1 síntoma clínico de afectación del NM:
 - dolor en la mano, siguiendo la distribución sensorial del NM.
 - parestesias (sensación táctil anormal, como hormigueo, quemazón o picor) en la distribución sensorial del NM.
 - hipoestesias (entumecimiento o acorchamiento) en la distribución sensorial del NM.
 - sensación de pérdida de fuerza en la mano.
2. Presencia de, como mínimo, 1 test clínico positivo de afectación del NM:
 - test de Phalen.
 - test de Tinel.
 - test de compresión del NM.
 - signo de Flick.

5.2.2.1. Criterios de exclusión.

- Realización de cirugía previa en el TC.
- Afectación del NM atribuible a otro tipo de neuropatía (diabética, urémica, carencial, ...), según resultados de estudio de EMG.
- Presencia de cuadro de dolor importante en la región de la mano no atribuibles al STC.
- Aversión o fobia a las agujas.
- Pacientes embarazadas.
- Incapacidad intelectual para entender el procedimiento, metodología y objeto del estudio (trastornos mentales, psiquiátricos, bajo nivel de coeficiente intelectual, ...).

5.2.2.2. Selección y tamaño de la muestra.

La muestra fue reclutada por un muestreo de casos consecutivos entre los pacientes que acudían al Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Bellvitge. Todos los sujetos tenían indicación de cirugía por liberación del TC, encontrándose en situación de lista de espera en el momento de comenzar el estudio.

El cálculo del número de casos necesarios se realizó teniendo en cuenta que el porcentaje de éxito de la cirugía abierta oscila entre el 70-98% (229). Fijando una potencia del 80% y un nivel de significación del 5% en la fórmula de comparación de proporciones para casos de bioequivalencia, se obtuvo que el tamaño de la muestra fue de 34 casos por grupo. Asumiendo un porcentaje de pérdidas máximo del 20%, se marcó la necesidad de reclutar 43 casos por grupo.

5.2.2.3. Tipo de muestreo y asignación a los grupos.

Los sujetos se fueron distribuyendo de forma aleatoria en el grupo intervención o control, en la medida en que iban entrando en el estudio. La aleatorización se realizó mediante un sistema de aleatorización generado por software (EPIDAT 4.1) y la asignación a los grupos se ocultó mediante la utilización de sobres opacos. La asignación de los sujetos a los grupos de estudio se realizó una vez finalizado el registro inicial de los datos de todas las variables (semana 0 del estudio).

5.2.3. Descripción del procedimiento y/o intervención.

A los sujetos incluidos en el grupo intervención se les aplicó el tratamiento de PS con TEF según el modelo de PSTC (Figura 62), validado mediante un primer estudio ecográfico (283). Los individuos del grupo control permanecieron, dentro del transcurso normal de su estado, en lista de espera para cirugía del STC, sin recibir ningún tratamiento adicional al que normalmente recibirían en esta situación.

La PSTC se realizó con una frecuencia de 1 sesión semanal durante el transcurso de todo el tratamiento (6 semanas). Se aplicó la PSTC para el total de los sujetos del

grupo intervención por un mismo fisioterapeuta especialista en PS, entrenado específicamente en este tipo de abordaje y con 15 años de experiencia en el tratamiento con PS. De esta forma se aseguró una homogeneidad en la aplicación de la intervención. Este fisioterapeuta fue el mismo que también aplicó la intervención en el estudio realizado en la primera fase de este trabajo de tesis doctoral, centrado en la validación de este modelo de abordaje. De esta forma, también se asegura la consistencia en el procedimiento de la intervención aplicada.

Para la colocación de las agujas en la PSTC se siguió el procedimiento ya detallado previamente en la primera fase de validación de la técnica en este trabajo de tesis doctoral (véase *Método de la primera fase*, apartado “5.1.3. Descripción del procedimiento y/ o intervención”), con la diferencia que en esta ocasión se colocaron las cuatro agujas (P-R, P-C, D-R y D-C) de forma sucesiva y sin retirarlas, con lo que al final permanecieron colocadas todas de forma conjunta. En cada una de las agujas se profundizó hasta llegar a sentir un tope elástico firme, atribuible al LTC según los resultados obtenidos en la validación ecográfica (283). Cuando se acabó de colocar las cuatro agujas, se aplicó la TEF en cada una de ellas, en la forma descrita también previamente (véase apartado “5.1.3. Descripción del procedimiento y/ o intervención”). Se finalizó la TEF con una tracción sobre cada una de las agujas sin perder la rotación y, por tanto, el agarre del tejido conjuntivo-fascial en las mismas. Con el objetivo de que el estiramiento del LTC pudiese ser más potente, esta tracción se realizó de forma simultánea en cada par de agujas opuestas; es decir, la P-R con la D-C y la P-C con D-R.

Una vez finalizada la colocación y manipulación de las agujas de la forma descrita se dejaron actuar durante un tiempo de 10 minutos, sin volver a manipularlas. Pasado este tiempo se retiraron de una forma suave, realizando compresión hemostática para minimizar la posible aparición de hematomas post-punción.

5.2.4. Material.

Las agujas utilizadas fueron del tipo chino (o clásica) con mango de plata y tubo guía (Figura 12), de medida 25 x 0.30 mm., de la marca *Agupunt*[®] (*AGP PREMIUM TIPO CHINO*).

Se elige este tipo de agujas en base a que son las mismas que ya se utilizaron en el estudio previo de validación de la PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje de PSTC (283).

5.2.5. Definición y medición de las variables de estudio.

5.2.5.1. Características basales.

Al inicio del estudio se recogieron para todos los individuos incluidos en la muestra, mediante una entrevista personal, los datos referentes a las siguientes variables:

- **Características socio-demográficas.**
 - Edad (en años).
 - Sexo (Hombre o Mujer).
 - Profesión (se registró la profesión de los pacientes y se categorizaron los casos en función del esfuerzo manual que implicaba esta actividad).
- **Características antropométricas.**
 - Índice de Masa Corporal (IMC): $IMC = \text{peso (Kg.)} / \text{altura}^2 \text{ (m.)}$
 - Perímetro de muñeca (en cm).
 - Mano dominante (Derecha o Izquierda).
- **Características clínicas.**
 - Presencia de dolor cervical (Sí o No). En caso afirmativo, desde cuánto tiempo (Agudo o Crónico).
 - Uso de férula nocturna como tratamiento para el STC (Sí o No).

5.2.5.2. Necesidad de cirugía para el STC.

En base al diseño del estudio, la necesidad de cirugía para el STC es la variable principal del mismo. Tal y como ya se ha especificado anteriormente, todos los sujetos

tenían indicación de cirugía por liberación del TC antes de ser incluidos en el estudio, encontrándose en situación de lista de espera.

En el estudio se estableció la indicación de cirugía bajo criterio médico de un mismo especialista en Traumatología de la mano en todos los casos. El criterio principal que marcó esta necesidad de cirugía fue principalmente clínico, de acuerdo a lo marcado en la literatura (209). La información sobre esta afectación clínica se basó en los resultados obtenidos en la anamnesis y la exploración física realizadas durante la visita médica. De ésta se extrajo la información acerca del dolor, parestesias y/o sensación de disminución de la fuerza, así como de la forma en que esta clínica interfería en la calidad de la vida diaria y/o profesional del paciente.

Esta afectación clínica se basó en los resultados obtenidos en la exploración física realizada durante visita médica. Siempre con el criterio clínico como elemento principal, la indicación de cirugía para el STC también se ayudó y complementó de la información del resultado del EMG como prueba complementaria.

En la exploración física final del estudio (semana 12) se valoró de nuevo, con el mismo criterio médico-clínico, y en base al resultado de los nuevos datos aportados por las mismas pruebas que se realizaron al inicio del estudio, la necesidad de continuar realizando cirugía para cada uno de los individuos que participaron en el estudio.

5.2.5.3. Nivel de afectación del nervio mediano – estudio electromiográfico.

El nivel de afectación en que se encontraba el NM se registró mediante EMG.

En cuanto a los parámetros técnicos de las pruebas de EMG realizadas, se siguieron las recomendaciones de la *American Academy of Neurology/American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine/American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation (AAN/AANEM/AAPMR)* para el diagnóstico de STC (180). En esta línea, pasamos a describir el procedimiento seguido.

Se realizó una conducción antidrómica por tramos del NM con registro en dedo II del lado sintomático, o ambos lados en aquellos en que eran sintomáticas las dos

manos. Para ello se usaron electrodos de anilla. Se realizó estimulación en la palma y en la parte distal del antebrazo, proximal al LTC. Para calcular la velocidad de conducción se midió la distancia entre el electrodo activo del estimulador y el electrodo activo de las anillas de registro, para el potencial en palma, y la distancia entre el electrodo activo del estimulador al colocarlo en palma y el electrodo activo del estimulador al colocarlo en la parte distal de antebrazo, para el potencial en carpo. En los pacientes en que este estudio resultó dentro del rango de la normalidad, se realizó una conducción antidrómica con registro mediante electrodos de anilla en dedo IV, y estimulando desde NM y NC proximal al LTC, a la misma altura para ambos nervios.

Se realizó una conducción motora en todos los NMs explorados, registrando mediante electrodos de superficie en la eminencia tenar, buscándose obtener el máximo potencial motor evocado (PME). Se estimuló en la región distal del antebrazo, proximal al LTC, a 8 centímetros (cm) de electrodo activo de registro.

En aquellos casos en que se consideró necesario por la sintomatología clínica, los hallazgos exploratorios y/o los hallazgos electromiográficos, se amplió el estudio electroneurográfico a otros nervios, y se realizó EMG de aguja.

En todos los estudios de EMG realizados se siguieron los siguientes criterios técnicos para establecer el diagnóstico de STC y su clasificación según el grado de afectación del NM en los siguientes subgrupos (284):

- STC incipiente:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II normal.
 - Neurografía motora de NM con registro en eminencia tenar normal (Amp > 6mV y latencia distal < 4 mseg)
 - Neurografía sensitiva antidrómica con registro en dedo IV, con latencia distal al potencial de acción sensitivo (PAS) de NM > 0.4 milisegundos (mseg) respecto al PAS de NC.
- STC leve:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II:
 - Amplitud del PAS normal.

- Velocidad de conducción a su paso por el carpo <40 metros/segundo (m/s) con diferencia respecto a velocidad de conducción distal >10 m/s, o Velocidad de conducción a su paso por el carpo entre 40-45 m/s con diferencia respecto a velocidad de conducción distal >20 m/s.
- Neurografía motora de NM con registro en eminencia tenar normal
- STC leve-moderado:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II: igual que STC leve.
 - Neurografía motora con latencia distal > 4mseg y <4.5mseg, con Amplitud de PME > 6mV.
- STC moderado:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II: igual que STC leve.
 - Neurografía motora con latencia distal > 4.5 mseg, pero <6.25 mseg y PME de Amplitud > 6mV, o Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II con PAS en carpo con Amplitud y Área < 50% de la Amplitud y área del PAS en palma.
- STC moderado-severo:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II: Amplitud del PAS disminuida.
 - Velocidad de conducción a su paso por el carpo <40 metros/segundo (m/s) con diferencia respecto a velocidad de conducción distal >10 m/s, o Velocidad de conducción a su paso por el carpo entre 40-45 m/s con diferencia respecto a velocidad de conducción distal >20 m/s, o Velocidad de conducción <40 m/s en los dos tramos.
 - Neurografía motora con latencia distal > 4.5 mseg, pero <6.25 mseg y PME de Amp > 6mV.
- STC severo:
 - Neurografía sensitiva antidrómica por tramos, de NM, con registro en dedo II: Amplitud disminuida (ver STC moderado-severo), si afectación en Neurografía motora compatible, o NM inexcitable.

- Neurografía motora con: Latencia distal > 6.25 mseg y Amplitud normal o disminuida, o Amplitud de PME < 6mV con latencia distal >4.5 mseg o NM inexcitable.

Todos estos subgrupos de clasificación del nivel de afectación del NM según el resultado obtenido en los estudios de EMG practicados se pueden agrupar, de acuerdo a los criterios técnicos especificados y recogidos en el apartado “5.2.2. Población de estudio”, dentro de las categorías principales de afectación del NM que se marcan como criterio de inclusión de este estudio. Esta agrupación queda de la siguiente forma:

- Normal.
- Leve.- esta categoría agrupa a los pacientes con resultados de EMG del NM Incipiente o Leve.
- Moderado.- esta categoría agrupa a los pacientes con resultados de EMG del NM Leve-Moderado, Moderado o Moderado-Severo.
- Severo.

5.2.5.4. Exploración física.

Esta exploración física abarca la valoración de la presentación clínica sensitiva y motora, así como el resultado de los signos o test de provocación para el STC practicados.

En base al resultado de los diferentes ítems recogidos en esta exploración física se estableció el diagnóstico clínico de STC (véase apartado “5.2.2. Población de estudio”, donde se recogen los criterios diagnósticos utilizados). A su vez, este diagnóstico clínico de STC fue una de las variables recogidas en esta misma exploración física.

De esta forma, con el objetivo de poder recoger y medir todos los datos referentes a la presentación clínica y/o motora, así como el resultado en los diferentes test de provocación, se diseñó un formulario de recogida que se puede resumir en los siguientes campos:

- Presencia de dolor (Sí o No). En caso afirmativo, su localización (en qué dedos y/o zona de la mano-muñeca).
- Presencia de parestesias y/o hipoestusias (Sí o No). En caso afirmativo, su localización (en qué dedos y/o zona de la mano-muñeca).
- Sensación de disminución de la fuerza de pinza del pulgar (Sí o No).
- Test de Phalen (Sí o No).
- Test de Tinel (Sí o No).
- Test de compresión del NM (Sí o No).
- Signo de Flick (Sí o No).

Estos datos se recogieron en la exploración física inicial (semana 0) que determinó el diagnóstico clínico de STC. De igual forma, con el objetivo de poder realizar una comparativa evolutiva, se realizó una nueva exploración física al final del estudio (semana 12) donde se recogieron datos de los mismos parámetros recogidos inicialmente.

Tal y como ya se ha explicado previamente en el apartado “5.2.5.2. Necesidad de cirugía”, la valoración médico-clínica acerca de la necesidad de realizar cirugía a los sujetos que participaron en el estudio se basó principalmente en la información del estado clínico de los pacientes, en base a los resultados obtenidos tanto en la anamensis como en estas exploraciones físicas realizadas.

5.2.5.5. Exploración ecográfica.

Se realizó un estudio de imagen del TC mediante ECO con un objetivo no diagnóstico, si no como herramienta para el control del estado y evolución del NM.

En este sentido, se tomaron las mediciones del CSA del NM de dos formas o procedimientos diferentes (AT-M y MA-R), descritos y validados en la literatura previamente (210,211,213). En ambos procedimientos se siguió el protocolo recomendado en cuanto a la posición del paciente, que permaneció sentado, con el antebrazo en supinación y ligera extensión de muñeca entre 30-45° (213).

5.2.5.5.1. Área transversal del nervio mediano en la entrada del túnel carpiano (AT-M).

Las mediciones del CSA del NM (AT-M) se realizaron tomando como referencia el hueso pisiforme (Figura 64), de acuerdo a las recomendaciones de estudios previos que marcan este nivel de entrada al TC como el más fiable (211).



Figura 64. Medición ecográfica del AT-M del nervio mediano realizada en el estudio. Imagen del área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano (altura del hueso pisiforme).

5.2.5.5.2. Relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y en el antebrazo (MA-R).

El registro de la MA-R se realizó para minimizar el posible efecto de la variabilidad de la población sobre un valor absoluto común, como es el caso del AT-M (215). La MA-R se obtiene al calcular la ratio entre los valores del CSA del NM a nivel de la muñeca (AT-M) y los obtenidos de una medición del CSA del mismo NM pero al nivel del antebrazo, 12 cm. más proximal al pliegue ventral de la muñeca (Figura 65) (215).



Figura 65. Medición ecográfica del MA-R del nervio mediano realizada en el estudio. Imagen del área transversal del nervio mediano a nivel del (12 cm. proximal al pliegue ventral de la muñeca).

5.2.5.6. Intensidad de dolor.

Los datos referentes a la intensidad de dolor que presenta el paciente se recogieron y midieron con una NPRE. En estudios anteriores se ha evidenciado la validez de este tipo de medición respecto a la intensidad de dolor que presenta el paciente (182–185).

En el presente estudio se utilizó la NPRE durante la entrevista con los pacientes para recoger los datos referentes a la intensidad de dolor que presentaban en diferentes momentos: dolor que presentó justo en el momento de realizar la medición de la EN, dolor en las últimas 24 horas, y dolor presentado en la última semana.

5.2.5.7. Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida – cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano.

Los datos referentes a la clínica y a la calidad de vida de los pacientes fueron recogidos y medidos mediante el CBSTC..

Se entregó el CBSTC a todos los individuos que participaron en el estudio para que lo cumplimentaran. A aquellos individuos con dificultad para la lectura y/ o comprensión lectora se les ayudó para poder rellenarlo.

La puntuación final del CBSTC-ESS (subescala de severidad de los síntomas) se obtuvo de la suma de todos los valores de los 11 ítems consultados, de forma que las puntuaciones totales pueden oscilar entre 11 y 55 puntos.

La puntuación final del CBSTC-ESF (subescala de situación funcional) se obtuvo de la suma de todos los valores de los 8 ítems consultados, de forma que las puntuaciones totales pueden oscilar entre 8 y 40 puntos.

5.2.5.8. Fuerza muscular de la presión manual y del pellizco palmar digital.

En este estudio se realizaron las dos dinamometrías utilizadas con más frecuencia y recomendadas para valorar el grado de fuerza de la mano: la dinamometría de la fuerza de presión manual (o de agarre) (198,200–202) y la del pellizco palmar digital (o pellizco en trípode) (198,204,205).

5.2.5.8.1. Dinamometría de la presión manual.

En cuanto a la dinamometría de presión manual, se utilizó un dinamómetro hidráulico de la marca Sahean[®] (Figura 66). Este dinamómetro es válido, fiable y comparable al Jamar (203), siendo los valores de las mediciones de la fuerza de presión manual equivalentes entre estas dos marcas (285).



Figura 66. Dinamómetro hidráulico de mano.

Modelo de la marca Sahean[®], utilizado en nuestro estudio para la medición de la dinamometría de la presión manual (o agarre de la mano).

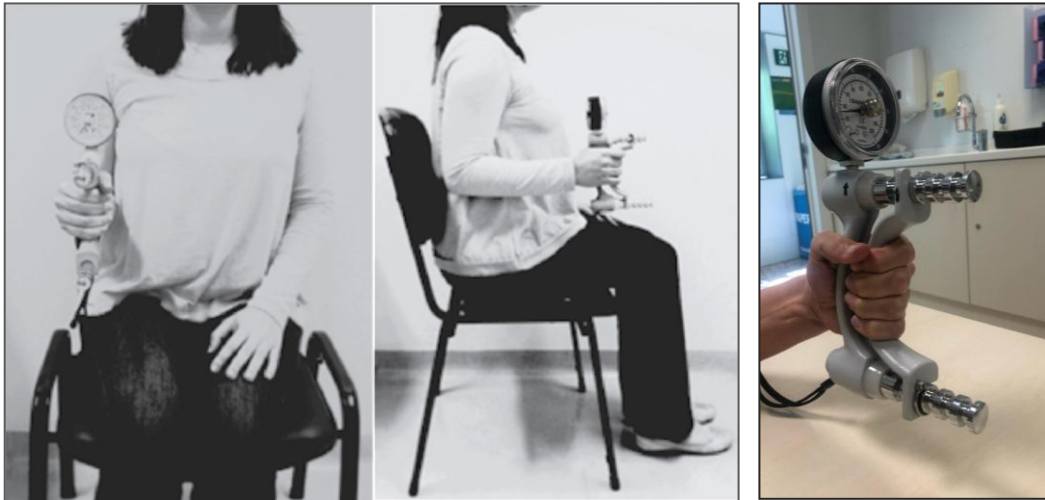


Figura 67. Posición de los pacientes y presa utilizada para la medición de la dinamometría de la prensión manual (o agarre de la mano) (202).

En la imagen de la derecha se muestra el instrumento utilizado en el presente estudio.

5.2.5.8.2. Dinamometría del pellizco digital palmar.

Para la realización de la prueba de dinamometría del pellizco palmar digital (o pellizco en trípode), se utilizó un dinamómetro hidráulico para la medición de la fuerza de pinza digital, de la marca Sahean® (Figura 68).



Figura 68. Dinamómetro hidráulico digital.

Modelo de la marca Sahean®, utilizado en nuestro estudio para la medición de la dinamometría del pellizco digital (o pellizco en trípode).



Figura 69. Presa utilizada para la medición de la dinamometría de pellizco palmar digital (o pellizco en trípode).

Para la medición de estas dos pruebas de dinamometría se siguió el procedimiento recomendado por la American Society of Hand Therapists (ASHT) (197), validado en estudios posteriores (203–205). Se colocó al paciente sentado, con el hombro en aducción y posición neutra de rotación, el codo flexionado a 90°, y antebrazo y muñeca en posición neutra (Figura 67). Lagerström (286) demuestra una mayor reproductibilidad de la medida si la prueba se realiza respetando la posición descrita que si se hace dejando al paciente libertad en el posicionamiento del miembro superior.

Tal y como se recomienda (204), se mostró al paciente la forma correcta de posicionarse, coger los dos tipos de dinamómetros (Figura 67 y Figura 69) y realizar las pruebas, que se repitieron tres veces cada una, tanto la dinamometría de presión manual como la de pellizco palmar digital. Se dejó un descanso aproximado de 30 segundos entre cada una de las repeticiones.

Se recogieron los datos de la fuerza isométrica de presión de la mano y del pellizco palmar digital o en trípode, expresadas ambas en Kilogramos, para cada uno de los tres intentos. Se calculó la media de los tres intentos en cada uno de los dos tipos de dinamometría, al considerarse ésta como el valor de referencia más preciso y fiable (204,205). Para la estandarización de las medidas, en todos los sujetos se colocó la manija del dinamómetro de presión manual en la segunda posición de las cinco disponibles, tal y como se recomienda en estudios previos (205).

5.2.5.9. Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC.

La recogida y medición de estos datos se realizó mediante una NPPE (182–185), igual que la utilizada y descrita anteriormente para la medición de la intensidad del dolor que refiere el paciente con STC.

Se preguntó al paciente que seleccionase un número entero, de 0 a 10, que reflejara mejor la intensidad de dolor que sintió al aplicarle la técnica-intervención (PSTC), en tres momentos diferentes: en primer lugar, justo después de colocar y manipular las agujas (minuto 0); en segundo lugar, después de retirarlas (una vez transcurridos los 10 minutos de aplicación); y en tercer y último lugar, 15 minutos después de la colocación inicial de las agujas, es decir, 5 minutos después de haberlas retirado.

5.2.5.10. Efectos adversos o no deseados.

Se recogieron datos referentes a los efectos adversos o no deseados que se consideraron como más probables tras la aplicación de la PSTC en pacientes con STC, como fueron el aumento de dolor post-tratamiento (y su localización y duración en caso de que se dieran).

También se registró la posible aparición de otras complicaciones o efectos no deseados dentro de un apartado genérico denominado como "*Otras observaciones*". En este apartado se recogieron, entre otras variables, la aparición de hematomas, el aumento de las parestesias u otras disestesias (y su localización y duración en caso de que se dieran), dejando abierta la posibilidad de registrar cualquier otro posible efecto que pudiera considerarse como adverso y en relación a la intervención aplicada.

Todos estos datos se recogieron mediante encuesta presencial cuando los sujetos del grupo intervención asistieron al hospital para recibir la sesión de tratamiento de PSTC, a excepción de los datos de la semana 8, ya que al haberse

finalizado todas las sesiones de tratamiento esta recogida de datos se realizó de forma telefónica.

5.2.5.11. Toma de medicación.

Se recogieron los datos referentes a si los individuos incluidos en la muestra habían tomado medicación y, en caso afirmativo, de qué tipo, tanto en la última semana antes de iniciarse el estudio (semana 0), como en las tomas de registros parciales durante su realización (semanas 2, 4 6 y 8), y a la finalización del mismo (semana 12).

5.2.5.12. Uso de férula nocturna.

En la anamnesis de la primera visita al inicio del estudio (semana 0) se recogió información respecto a si los individuos incluidos en la muestra estaban utilizando una férula de inmovilización de la muñeca en posición neutra, de uso nocturno, como tratamiento médico de tipo conservador.

5.2.6. Procedimiento en la recogida de datos.

o Inicio del estudio (semana 0):

Antes del inicio del tratamiento (semana 0) se realizó, en todos los sujetos participantes en el estudio:

- Una entrevista personal donde se registraron los datos referentes a la historia clínica/ anamnesis.
- Una exploración física donde se recogieron los datos referentes a la presentación clínica sensitiva y motora, así como el resultado de los signos o test de provocación para el STC practicados. Para minimizar un posible sesgo interexaminador, esta exploración física fue realizada por un mismo equipo compuesto por dos médicos especialistas en Traumatología, no sólo al inicio del estudio si no también durante la toma de datos a lo largo de todo el estudio.
- Estudios de EMG y ECO. Para anular un posible sesgo interexaminador, estos dos tipos de estudios fueron realizados por un mismo profesional médico,

especialista en Neurofisiología, no sólo al inicio del estudio si no también al finalizarlo (semana 12).

De esta forma, en la semana 0 se recogen los datos de todas las variables contempladas en el estudio (Figura 70).

o **Datos parciales (semanas 2, 4, 6 y 8):**

Se consideró necesaria la toma de datos de control de diferentes variables en todos los individuos que participaron en el estudio a mitad del mismo (6 semanas), con la intención de establecer un estudio comparativo entre grupos.

Dado que los individuos del grupo intervención ya estaban acudiendo al servicio del Hospital para recibir el tratamiento de PSTC de forma semanal durante las primeras 6 semanas del estudio, se decidió aprovechar esta circunstancia para la toma de estos datos parciales cada dos semanas, de forma presencial, en el mismo servicio donde se les trató. A esta razón se añade la necesidad de valorar la aparición de posibles efectos adversos o no deseados en estos pacientes tratados.

De esta forma, en el grupo intervención se registraron los resultados referentes a las siguientes variables en las semanas 2, 4 y 6 (Figura 70):

- Intensidad del dolor en la mano (mediante EVA-EN).
- Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida (mediante CBSTC).
- Fuerza muscular de la prensión manual y del pellizco palmar digital (mediante dinamometría).
- Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC (mediante EVA-EN)
- Posibles efectos adversos o no deseados.
- Toma de medicación.

A las 8 semanas, cuando los pacientes del grupo intervención ya no acudían al Hospital para recibir el tratamiento de PS, la recogida de estos datos de control parciales se les realizó de forma telefónica. Así, se recogieron todas las variables anteriormente enumeradas, a excepción de la fuerza muscular mediante

dinamometría y la medición del dolor provocado por la PSTC, puesto que no se aplica (Figura 70).

o **Seguimiento post-intervención (semana 12):**

Pasadas 12 semanas del inicio del estudio (y 6 semanas de la finalización del tratamiento de PS al grupo intervención) se volvieron a registrar los resultados de todas las variables en todos los individuos que participaron en el estudio, de la misma forma en que se realizó al inicio (semana 0) (Figura 70). En base a los datos obtenidos en estas pruebas finales, y bajo criterio clínico-médico, se determinó si existían cambios en la variable principal del estudio: necesidad o no de mantener la indicación de cirugía para el STC en los pacientes incluidos en el estudio.

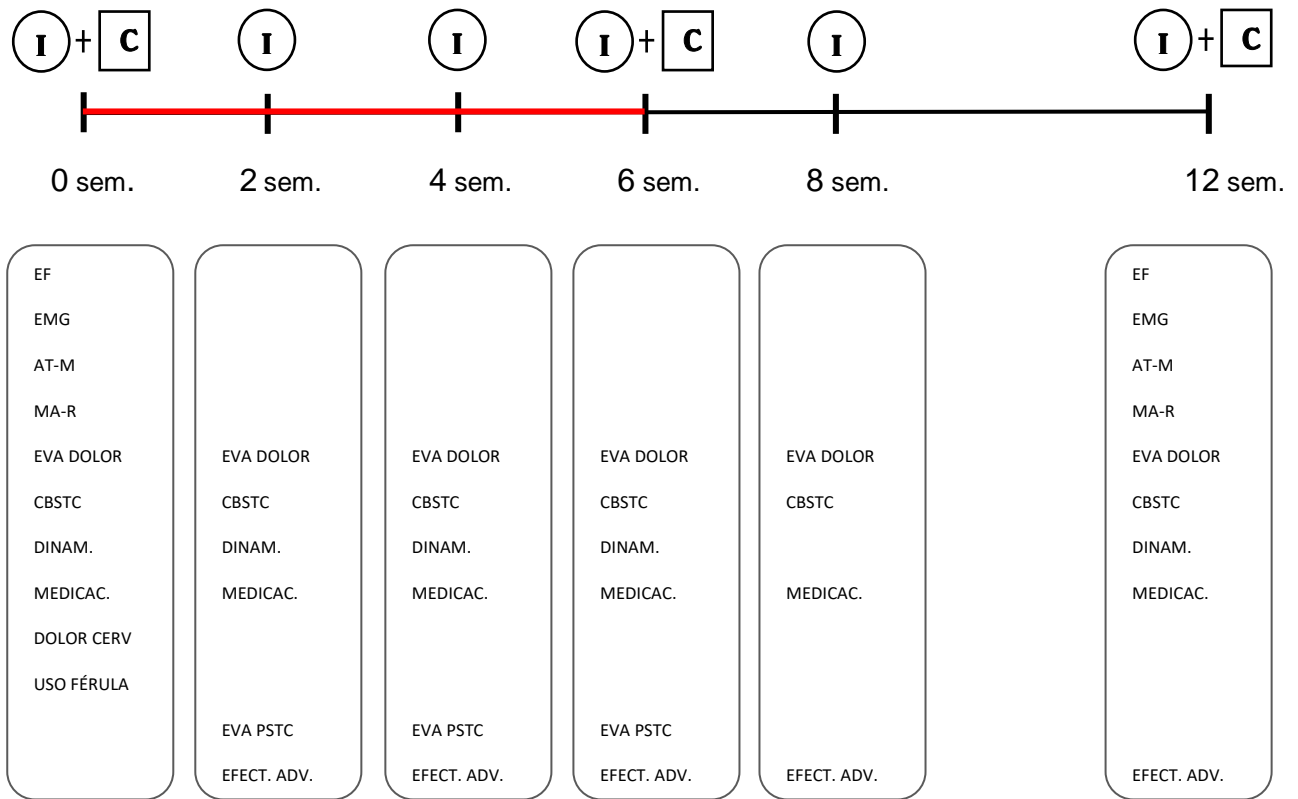


Figura 70. Esquema del procedimiento en la recogida de variables durante el estudio.

Se diferencian los grupos intervención (I) y control (C). En la línea horizontal se marcan las semanas (sem.) que duró el estudio (en rojo el tiempo en que se aplicó el tratamiento).

EF: exploración física; EMG: electromiograma; AT-M: área transversal del nervio mediano según estudio ecográfico; MA-R: relación entre el área del nervio mediano en la muñeca y el antebrazo según estudio ecográfico; EVA DOLOR: intensidad de dolor que presenta el sujeto; CBSTC: cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano; DINAM.: dinamometría/ fuerza de presión manual; MEDICAC.: toma de medicación; DOLOR CERV.: dolor cervical previo; USO FÉRULA: utilización de férula de inmovilización nocturna; EVA PSTC: intensidad de dolor al aplicar la PSTC; EFECT. ADV.: efectos adversos en relación a la aplicación de la PSTC.

5.2.7. Análisis estadístico.

Para describir los datos basales de los pacientes se han utilizado estadísticos descriptivos acordes con la naturaleza de las variables y presentadas en tablas. Las variables categóricas nominales se han descrito por medio del número de casos y el porcentaje respecto al total por categoría. Las variables continuas se han descrito por medio de la media y la desviación estándar o la mediana, el primer y el tercer cuartil.

Se han realizado modelos de regresión log-binomial con la idea de ver si existe relación entre la *necesidad de cirugía* al final del estudio y la aplicación de PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje PSTC. Ajustando por el perfil del paciente (edad, sexo e IMC), así como por otras posibles variables de confusión como la presencia de dolor cervical, la toma de medicación y el uso de férula nocturna.

En todas las variables englobadas dentro del grupo de la *exploración física* se han realizado también modelos de regresión log-binomial, ajustando tanto por el grupo como por los valores basales. Para la realización de estos modelos, así como para el de la variable principal *necesidad de cirugía*, se tiene en cuenta que los casos del estudio son las muñecas, dado que hay pacientes que incluyen ambas muñecas en el estudio. Por ello se realiza una corrección de los errores estándar mediante la matriz de varianzas-covarianzas con cluster de paciente.

En el caso del resto de variables de respuesta dicotómica, la *intensidad de dolor*, los dos tipos de *dinamometrías para valorar la fuerza de la mano* y los valores del CBSTC utilizado para la medición de la *intensidad de los síntomas*, *capacidad funcional* y *calidad de vida* se realizan modelos de regresión log-binomial con efectos aleatorios, ajustando por el tiempo y el valor basal y teniendo como factores aleatorios tanto la muñeca como el paciente. Por último, para los datos referentes al *nivel de afectación del NM - EMG* y la *exploración ecográfica* se realizan modelos de regresión lineal con efectos aleatorios, ajustando por los valores basales y teniendo al paciente como factor aleatorio.

El análisis fue realizado con el software R 4.0.3.

5.2.8. Consideraciones éticas.

A todos los sujetos participantes en el estudio se les entregó un documento de información y consentimiento informado (véase Anexo 6: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – *“Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”*.), el cual todos firmaron de forma voluntaria.

Este proyecto de investigación cumple los principios de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (adoptada en Junio de 1964 en la 18ª Asamblea Médica Mundial, con última adaptación en la 64ª Asamblea General celebrada en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013), las pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos de la CIOMS (OMS 1982), el Código Deontológico y Ético del Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya y la legislación vigente sobre la confidencialidad de datos (ley orgánica 15/1999 del 13 de Diciembre).

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital de Bellvitge (véase Anexo 7: Dictamen favorable del Comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital – *“Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”*.), así como por el CER de la Universitat Internacional de Catalunya (véase Anexo 5: Dictamen favorable del CER de la Universitat Internacional de Catalunya .)

Se declara la no existencia de conflictos de interés de los autores y promotores del estudio. No existieron intereses comerciales o económicos, así como de ningún otro tipo más allá de los puramente profesionales y/o científicos.

6 *RESULTADOS*

6. RESULTADOS.

6.1. RESULTADOS DE LA PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.

6.1.1. Descripción de la muestra.

Se incluyeron 9 pacientes en el estudio que cumplían con los criterios de inclusión, lo que representó en la muestra un total de 18 casos o muñecas.

Características socio-demográficas.

La muestra estuvo compuesta por un 56,6% de mujeres y un 44,4% de varones, con una edad media de 43.4 años con un IC95% (38,5-48,4), y una mediana de 41 años con un IC95% (36,0-54,0). El detalle de estas características se puede observar en la Tabla 1.

Características antropométricas.

La Tabla 1 también recoge el estas características, mostrando que la media del IMC fue de 26,7 con un IC95% (22,5-30,1), y el perímetro de muñeca de 16,0 cm. de media, con un IC95% (14,6-17,4). El lado de las manos estudiadas se repartió por igual entre la derecha y la izquierda, siendo la derecha la mano dominante en el 100% de los sujetos que participaron en el estudio.

Tabla 1. Características socio-demográficas y antropométricas basales de la muestra.

Variables recogidas	N=18
Sexo, N (%):	
Hombre	8 (44,4%)
Mujer	10 (56,6%)
Edad, Media (IC95%):	
Media (IC95%)	43.4 (38,5-48,4)
Valor mínimo	36
Valor máximo	54
IMC, Media (IC95%):	
Valor mínimo	20,71
Valor máximo	34,72
Perímetro muñeca, Media (IC95%):	
Valor mínimo	14
Valor máximo	19
Muñeca estudio, N (%):	
Derecha	9 (62,8%)
Izquierda	9 (37,2%)
Mano dominante, N (%):	
Derecha	18 (100%)
Izquierda	0 (0,00%)
Ambidiestro	0 (0,00%)

6.1.2. Distancia de la punta de la aguja al LTC.

Del total de las 72 agujas colocadas, el 93,1% llegaron a contactar directamente con el LTC, siendo un 81,9% las que sólo contactaron y un 11,1% las que además lo sobrepasaron, en una distancia media de 1.42 mm. con un IC95% 0,77-2,08, desde la punta de la aguja al LTC (Tabla 2). Las agujas que no llegaron a contactar con el LTC fueron el 6,9%, quedándose a una distancia media de 1,41 mm. con un IC95% 0,50-2,32 del LTC. En tres de las cuatro agujas colocadas (P-R, P-C y D-R) el porcentaje de contacto fue el mismo (94,4%), siendo ligeramente menor sólo en la D-C (88,9%). Las dos agujas cubitales sobrepasaron con mayor frecuencia el LTC (22,2 % para la P-C y 11,1% para la D-C) que las dos radiales (5,6% para las P-R y D-R), con una distancia media de 2,3 mm. para la P-C, y de 1,95 mm. con un IC95% 1,23-5,13 para la D-C.

6.1.3. Tracción-estiramiento del LTC.

En el 80,6% de las 72 agujas colocadas se pudo observar ecográficamente el estiramiento del LTC al manipularlas con la TEF (Tabla 2). Las agujas P-R, P-C y D-R compartieron un porcentaje idéntico respecto a la visualización de este estiramiento (83,3%), siendo ligeramente inferior para la D-C (72,2%).

6.1.4. Distancia de la punta de la aguja al nervio mediano.

La distancia media tomadas desde la punta de la aguja al NM fue de 3.07 mm. con un IC95% 1,98- 4,15 para la P-R, de 5,81 mm. con un IC95% 3,98- 7,63 para la P-C, de 2,55 mm. con un IC95% 1,65- 3,45 para la D-R, y de 3,56 mm. con un IC95% 2,38- 4,74 para la D-C (Tabla 2).

6.1.5. Distancia de la punta de la aguja al LTC.

Respecto a las distancias tomadas desde la punta de la aguja a la arteria cubital, las medias resultantes fueron de 11,22 mm. con un IC95% 8,82- 13,63 para la P-R, de 3,82 mm. con un IC95% 2,61- 5,04 para la P-C, de 10,10 mm. con un IC95% 7,64- 12,50 para la D-R, y de 5,98 mm. con un IC95% 4,72- 7,259 para la D-C (Tabla 2).

Tabla 2. Descriptivos de las variables recogidas respecto a las agujas colocadas. Se muestran las distancias de las agujas de punción seca colocadas respecto a las diferentes estructuras controladas, así como el resultado de la tracción-estiramiento del LTC, visible ecográficamente.

AGUJAS (n)	d LTC(mm)		d NERVIOS MEDIANOS (mm)	d ARTERIA CUBITAL (mm)	ESTIRAMIENTO LTC	
	n (%)	media (IC95%)	media (IC95%)	media (IC95%)	n (%)	
P-R (18)	No llega = 1 (5,6%) →	$d = 0,53 *$	$d = 3,07 [1,98-4,15]$	$d = 11,22 [8,82-13,63]$		
	Contacto = 16 (88,9%)				NO = 3 (16,7%)	
	Sobrepasa = 1 (5,6%) →	$d = 0,70 *$			SÍ = 15 (83,3%)	
P-C (18)	No llega = 1 (5,6%) →	$d = 2,3 *$	$d = 5,81 [3,98-7,63]$	$d = 3,82 [2,61-5,04]$		
	Contacto = 13 (72,2%)				NO = 3 (16,7%)	
	Sobrepasa = 4 (22,2%) →	$d = 1,50 [0,02-3,40]$			SÍ = 15 (83,3%)	
D-R (18)	No llega = 1 (5,6%) →	$d = 0,80 *$	$d = 2,55 [1,65-3,45]$	$d = 10,10 [7,64-12,50]$		
	Contacto = 16 (88,9%)				NO = 3 (16,7%)	
	Sobrepasa = 1 (5,6%) →	$d = 0,79 *$			SÍ = 15 (83,3%)	
D-C (18)	No llega = 2 (11,1%) →	$d = 1,7 [0,84-4,24]$	$d = 3,56 [2,38-4,74]$	$d = 5,98 [4,72-7,25]$		
	Contacto = 14 (77,8%)				NO = 5 (27,8%)	
	Sobrepasa = 2 (11,1%) →	$d = 1,95 [1,2-5,13]$			SÍ = 13 (72,2%)	
TOTAL (72)	No llega = 5 (6,9%) →	$d = 1,41 [0,50-2,32]$	$d = 3,75 [3,10-4,41]$	$d = 7,78 [6,64-8,91]$		
	Contacto = 59 (81,9%)				NO = 14 (19,4%)	
	Sobrepasa = 8 (11,1%) →	$d = 1,42 [0,77-2,08]$			SÍ = 58 (80,6%)	

LTC: ligamento transversal del carpo, d: distancia media desde la punta de la aguja, P-R: aguja proximal-radial (escafoideas), P-C: aguja proximal-cubital (pisiforme), D-R: aguja distal-radial (trapecio), D-C: aguja distal-cubital (ganchoso), *: Indica que no procede el cálculo del CI95%.

6.1.6. Intensidad del dolor producido por la introducción y manipulación de las agujas.

Los resultados obtenidos respecto a la medición de la intensidad del dolor, medido justo después de haber manipulado y retirado cada una de las agujas, fueron de una intensidad de dolor leve en todos los casos, según clasificación del dolor recogido en escalas NPPE (182,186). Transcurridos 10 minutos la media de intensidad de dolor fue muy leve, siendo 0 en todos los casos una semana después (Tabla 3).

6.1.7. Aparición de hematomas u otras complicaciones.

Sólo en 6 de las 72 agujas colocadas (8.3%) existió un ligero sangrado, en todos mínimo y superficial. Las 6 fueron proximales (3 en las P-R y 3 en P-C), y en ningún caso existió en las distales (D-R y D-C) (Tabla 3).

Solo en un único caso se evidenció que la PS había traspasado el LTC y alcanzado el II tendón flexor del Flexor Superficialis. Al identificarse clínicamente, y también por ECO, la aguja fue recolocada sin ninguna otra contrariedad.

Tabla 3. Resultados de los efectos adversos o no deseados.

Se muestran la frecuencia e intensidad del dolor, así como el sangrado superficial/ hemorragia producidos por la colocación de las agujas. Registros tomados justo finalizada la técnica, 10 minutos (min.) después de extraer las agujas, y 1 semana (sem.) después.

AGUJAS (n)	FRECUENCIA DE PERCEPCIÓN DE DOLOR			INTENSIDAD DEL DOLOR			HEMORRAGIA SUPERFICIAL		
	n (%)			media [IC95%]			n (%)		
	0 min.	10 min.	1 sem.	0 min.	10 min.	1 sem.	0 min.	10 min	1 sem.
P-R (18)	17 (94,44%)	5 (27,78%)	0 (0%)	1,1 [0,68- 1,52]	0,038 [0,12- 0,44]	0	3 (16,7%)	0	0
	17 (100%)	3 (16,67%)	0 (0%)	2,01 [1,36- 2,57]	1,10 [-0,19- 0,58]	0	3 (16,7%)	0	0
P-C (17)									
	18 (100%)	2 (11,11%)	0 (0%)	1,43 [0,910- 1,95]	065 cm *	0	0	0	0
D-R (18)									
	18 (100%)	2 (11,11%)	0 (0%)	1,58 [1,12- 2,04]	1,45 *	0	0	0	0
D-C (18)									
TOTAL (71)	70 (98,59%)	12 (16,67%)	0 (0%)	1,52 [1,27- 1,76]	0,74 [0.134- 1,35]	0	6 (8,3%)	0	0

*: Indica que no procede el cálculo del CI95%

6.2. RESULTADOS DE LA SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a un modelo estadístico *por intención de tratar*. Señalar que también se ha realizado el estudio de las mismas variables siguiendo un modelo *por protocolo* (véase Anexo 8: Resultados según modelo de análisis estadístico *por protocolo* del ECA realizado en la segunda fase de la tesis – “Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”), siendo mínimas y no significativas las diferencias en los resultados obtenidos. Por ello, y con la finalidad de presentar los resultados de una forma lo más clara posible, se decide presentar en este apartado únicamente los resultados en base al modelo *por intención de tratar*, siendo éste el modelo más habitual y frecuentemente utilizado para el análisis de los resultados de los ECA.

6.2.1. Descripción de la muestra.

Inicialmente se valoraron 184 posibles candidatos, de los cuales 98 fueron excluidos, bien por no cumplir con los criterios de inclusión, o bien por rechazar la posibilidad de participar en el estudio. Como se muestra en el siguiente diagrama de flujo (Figura 71), finalmente se incluyeron 62 pacientes en el estudio, con un resultado total en la muestra de 86 muñecas, repartidas por igual en los dos grupos de estudio. Durante el transcurso de la realización del ECA se perdieron 4 pacientes, 3 de ellos por pérdida de seguimiento y 1 por patología asociada. Esto comportó la consiguiente pérdida de 6 muñecas, 4 por pérdida de seguimiento en la visita médica a las 12 semanas, de las cuales 2 eran del grupo control y 2 del grupo intervención; y 2 por presentar patología asociada, ambas del grupo control.

Finalmente, siguiendo un modelo *por protocolo*, se analizaron 58 pacientes, que representaron en la muestra un total de 80 muñecas.

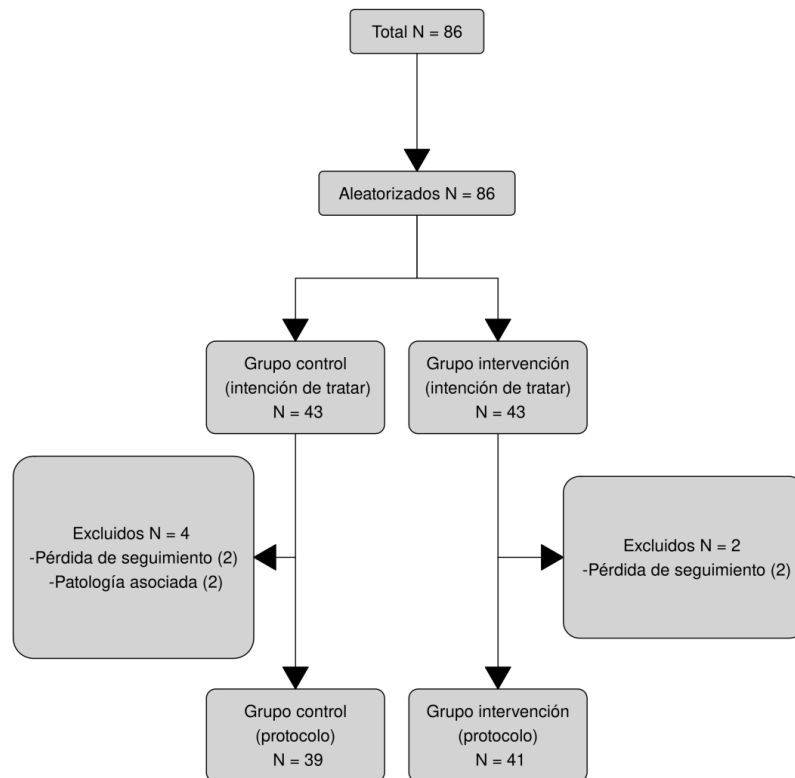


Figura 71. Diagrama de flujo de la muestra del estudio.

En las tablas

Tabla 4 y Tabla 5. **Descriptivo basal de la muestra (II)**. se presentan los resultados de las principales características socio-demográficas, antropométricas y clínicas de la muestra en el momento de inicio del estudio.

En la Tabla 4. **Descriptivo basal de la muestra (I)**. se muestra que la gran mayoría de los sujetos fueron mujeres (79%), con una edad media próxima a los 55 años, distribuyéndose de forma similar entre los dos grupos. La media del IMC de los pacientes del grupo intervención se situó por debajo del límite de obesidad, mientras que el grupo control lo sobrepasó ligeramente.

Respecto a la profesión, la mayoría de los pacientes que participaron en el estudio desarrollaban actividades con un esfuerzo manual considerado como moderado, siendo el porcentaje igual en los dos grupos. Pocos sujetos desempeñaban actividades con un esfuerzo manual intenso, siendo más frecuente actividades con un nivel de esfuerzo manual bajo, en un 27,4%, o sin esfuerzo manual, en un 21%.

La mano dominante fue la derecha para la inmensa mayoría de los individuos, en un 95,2%, distribuyéndose también de forma similar en los dos grupos si tenemos en cuenta las muñecas incluidas en la muestra. Del total de 62 sujetos incluidos en el estudio, 24 (el 38,7% del total de la muestra) presentaron STC de forma bilateral.

Respecto a la medicación, algo más de pacientes del grupo control la tomaban como tratamiento médico para el STC.

Tabla 4. Descriptivo basal de la muestra (I).

La columna [PAC] hace referencia al total de pacientes incluidos, mientras que tanto en las columnas *Control* como *Intervención* se recoge el número de muñecas incluidas en cada grupo. En las columnas de los grupos *Control* e *Intervención* hay pacientes que pertenecen a la vez a ambas, ya que una de sus manos se ha aleatorizado al grupo control y la otra al grupo intervención.

Descriptivo basal de la muestra (I)				
	[PAC]	Control	Intervención	p-valor
	N=62	N=43	N=43	
Sexo, N (%):				0,791
Hombre	13 (21,0%)	8 (18,6%)	10 (23,3%)	
Mujer	49 (79,0%)	35 (81,4%)	33 (76,7%)	
Edad, Media (DE)	55,6 (11,6)	54,7 (13,2)	56,2 (10,5)	0,583
Edad, Mediana [Q1;Q3]	53,5 [48,2;62,8]	51,0 [46,0;65,5]	54,0 [50,0;62,5]	0,439
IMC, Media (DE)	29,3 (6,65)	31,0 (7,75)	27,9 (5,07)	0,036
IMC, N (%):				0,104
Normal	16 (25,8%)	7 (16,3%)	15 (34,9%)	
Sobrepeso	24 (38,7%)	17 (39,5%)	16 (37,2%)	
Obesidad	22 (35,5%)	19 (44,2%)	12 (27,9%)	
Profesión, N (%):				0,061
No esfuerzo manual	13 (21,0%)	5 (11,6%)	14 (32,6%)	
Esfuerzo manual bajo	17 (27,4%)	16 (37,2%)	8 (18,6%)	
Esfuerzo manual moderado	29 (46,8%)	19 (44,2%)	19 (44,2%)	
Esfuerzo manual intenso	3 (4,84%)	3 (6,98%)	2 (4,65%)	
Mano dominante, N (%):				0,360
Derecha	59 (95,2%)	42 (97,7%)	39 (90,7%)	

Descriptivo basal de la muestra (I)				
	[PAC]	Control	Intervención	p-valor
Izquierda	2 (3,23%)	1 (2,33%)	3 (6,98%)	
Ambidiestro	1 (1,61%)	0 (0,00%)	1 (2,33%)	
STC bilateral, N (%):				0,515
No	38 (61,3%)	21 (48,8%)	17 (39,5%)	
Sí	24 (38,7%)	22 (51,2%)	26 (60,5%)	
Toma de medicación, N (%):				0,534
No	38 (62,3%)	23 (56,1%)	28 (65,1%)	
Sí	23 (37,7%)	18 (43,9%)	15 (34,9%)	

De aquí en adelante todo el análisis se realizó considerando el número de muñecas incluidas en el estudio como el total de la muestra.

Respecto a los registros basales de otras variables (Tabla 5. **Descriptivo basal de la muestra (II).**), comentar que el perímetro de la muñeca derecha fue casi idéntico en los dos grupos, mientras que en la izquierda se vio una diferencia de 1 cm. entre los grupos. El lado de la mano afectada por STC no mantuvo la proporción de la mano dominante, repartiéndose de forma más igualada entre la derecha e izquierda.

Otros factores a tener en cuenta, como la presencia de dolor cervical previo al inicio del tratamiento, algo más de la mitad de la muestra lo presenta, siendo en todos los casos, excepto en uno perteneciente al grupo intervención, de tipo crónico. En referencia a la realización de otros tratamientos que pudiesen estar realizando en la situación de lista de espera para cirugía, los dos grupos coincidieron en el porcentaje de pacientes que utilizaban una férula de inmovilización nocturna como tratamiento conservador (65,12%).

Tabla 5. Descriptivo basal de la muestra (II).

Las columnas *Control* e *Intervención* recogen el número de muñecas incluidas en cada grupo.

Descriptivo basal de la muestra (II)			
	Control	Intervención	p-valor
	N=43	N=43	
Perímetro muñeca derecha, Media (DE)	16,9 (1,00)	16,8 (0,96)	0,895
Perímetro muñeca derecha, Mediana [Q1;Q3]	17,0 [16,3;17,2]	17,0 [16,1;17,5]	0,915
Perímetro muñeca izquierda, Media (DE)	17,5 (1,00)	16,5 (0,97)	0,003
Perímetro muñeca izquierda, Mediana [Q1;Q3]	17,4 [17,0;18,0]	16,4 [15,6;17,3]	0,007
Muñeca afectada STC, N (%):			0,194
Derecha	27 (62,8%)	20 (46,5%)	
Izquierda	16 (37,2%)	23 (53,5%)	
Presencia de dolor cervical, N (%):			0,661
No	24 (55,8%)	27 (62,8%)	
Sí	19 (44,2%)	16 (37,2%)	
Tiempo de dolor cervical, N (%):			0,457
Agudo	0 (0,00%)	1 (6,25%)	
Crónico	19 (100%)	15 (93,8%)	
Uso de Férula, N (%):			1.000
No	15 (34,88%)	15 (34,88%)	
Sí	28 (65,12%)	28 (65,12%)	

La distribución de la muestra justo antes de iniciarse el estudio (semana 0) según el nivel de afectación del NM, diagnosticado mediante EMG, se mostró similar en ambos grupos, siendo ligeramente más elevado el porcentaje de muñecas incluidas con un nivel de afectación moderado que leve (Tabla 6 y Figura 72).

Tabla 6. Distribución de la muestra según categorías electromiográficas del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

Nivel basal de afectación del nervio mediano (por categorías)			
	Control	Intervención	p-valor
	N=43	N=43	
Grado de afectación, N (%):			0,828
Leve	20 (46,5%)	18 (41,9%)	
Moderado	23 (53,5%)	25 (58,1%)	

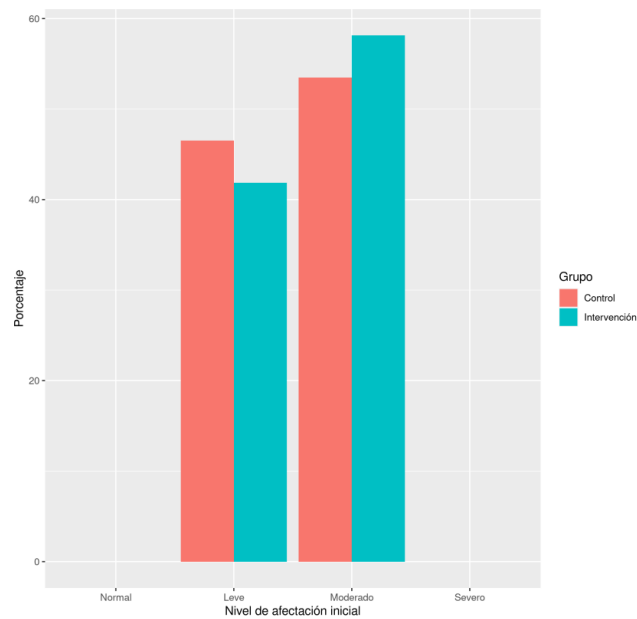


Figura 72. Distribución de la muestra según categorías electromiográficas del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

En la Tabla 7 y Figura 73 se puede observar la distribución de la muestra, según los resultados obtenidos en los estudios de EMG practicados antes del inicio del estudio, en los diferentes subgrupos de estas categorías principales de afectación del NM.

Tabla 7. Distribución de la muestra según todos los subgrupos electromiográficos del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

Nivel basal de afectación del nervio mediano (por subgrupos)			
	Control	Intervención	p-valor
	<i>N=43</i>	<i>N=43</i>	
Grado de afectación, N (%):			0,435
Normal	0 (0,00%)	0 (0,00%)	
Incipiente	1 (2,33%)	5 (11,6%)	
Leve	19 (44,2%)	13 (30,2%)	
Leve-Moderado	4 (9,30%)	5 (11,6%)	
Moderado	13 (30,2%)	13 (30,2%)	
Moderado-Severo	6 (14,0%)	7 (16,3%)	
Severo	0 (0,00%)	0 (0,00%)	

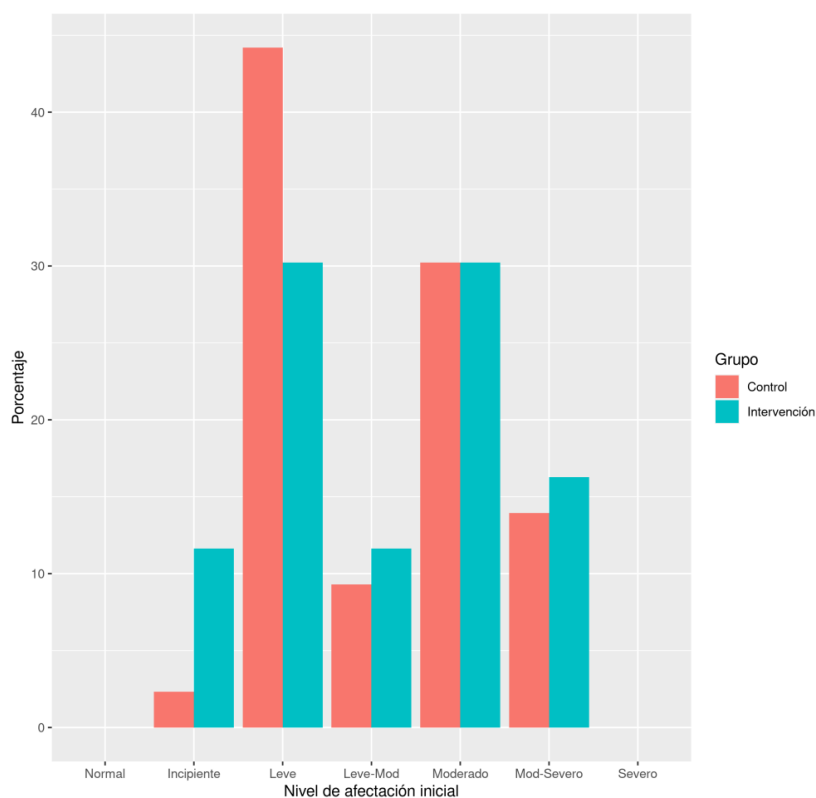


Figura 73. Distribución de la muestra según todos los subgrupos electromiográficos del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

6.2.2. Necesidad de cirugía.

Este fue uno de los criterios de inclusión del estudio, por lo que todos los individuos que participaron en el mismo presentaban inicialmente (semana 0) indicación médica de cirugía del TC, encontrándose en situación de lista de espera para esta intervención quirúrgica.

A la finalización del estudio (12 semanas), en el 41,5% de los pacientes del grupo control y en el 78% del grupo intervención no se consideró necesaria la realización de esta cirugía (Tabla 8 y Figura 74).

Destacar que a 4 de las 86 muñecas incluidas en el estudio se les practicó la cirugía antes de poder finalizarlo (antes de la semana 12); 3 pertenecían al grupo control y 1 al intervención. En estos casos, aunque dicho desenlace se anticipó a la finalización del estudio, se consideró el resultado de la variable principal del estudio (“necesidad de cirugía”) como afirmativo. Existen 2 muñecas en cada uno de los grupos en los que no se pudo recoger al final del estudio (12 semanas) los datos respecto a la necesidad de cirugía.

Tabla 8. Indicación de cirugía al final del estudio (12 semanas).

Necesidad de cirugía a las 12 semanas		
	Control	Intervención
	N=41	N=41
Necesidad de cirugía, N (%):		
No	17 (41,5%)	32 (78,0%)
Sí	24 (58,5%)	9 (22,0%)

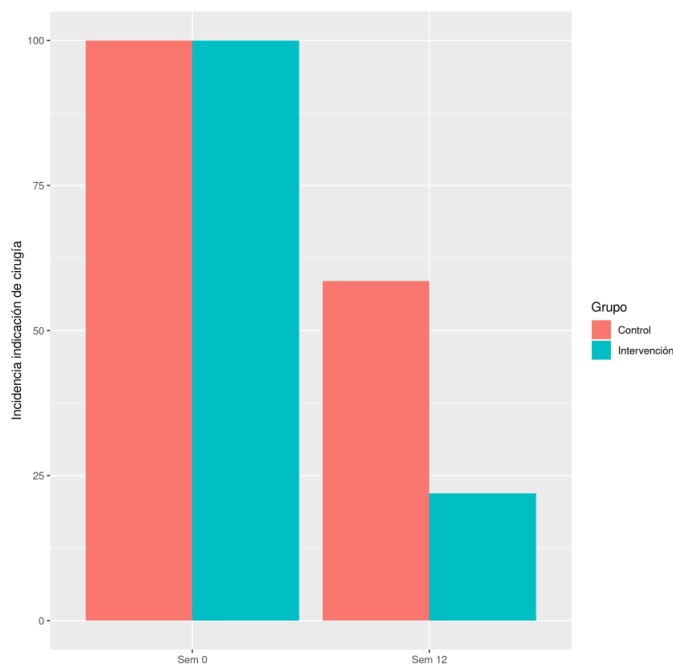


Figura 74. Indicación de cirugía al final del estudio (12 semanas).

Presentado en forma de riesgo relativo (RR), en un análisis del modelo en crudo, se ve que pertenecer al grupo Intervención resultó ser un factor protector a la hora de indicar la cirugía, teniendo un RR de 0,38 (IC95% 0,2-0,72), siendo este valor significativo (p -valor $<0,05$) (Tabla 9). Por lo que aquellos pacientes que se les aplicó el tratamiento de PS redujeron el riesgo de necesitar cirugía a las 12 semanas en un 62% en relación al grupo control.

En la misma tabla se puede observar como al ajustar el modelo por el perfil del paciente (edad, sexo, IMC y grado de afectación del NM), el grupo intervención siguió siendo significativo y se mantuvo como factor protector con un RR de 0,43 (IC95% 0,23-0,79). Ninguna de las otras variables resultó significativa, por lo que no actuaron como factor de modificación del efecto.

Por último, ajustando el modelo por las variables dolor cervical, medicación, y utilización de férula nocturna, de nuevo se vio que no existió un resultado de p -valor significativo para ninguna, por lo que tampoco actuaron como factor de modificación del efecto. En este modelo el grupo intervención también actuó como un factor protector, con un RR de 0,34 (IC95% 0,17-0,67).

Tabla 9. Riesgo relativo de la indicación de cirugía a las 12 semanas.

Se muestran los resultados según análisis en crudo (columna situada más a la izquierda) y ajustado por diferentes variables (columnas central y la situada más a la derecha).

	Indicación de cirugía				Indicación de cirugía				Indicación de cirugía			
	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	0,59	0,44	0,78	<0,001	0,22	0,02	2,06	0,185	0,51	0,31	0,86	0,011
Grupo (Intervención)	0,38	0,2	0,72	0,003	0,43	0,23	0,81	0,009	0,34	0,17	0,67	0,002
Edad					1	0,98	1,02	0,751				
Sexo					1,81	0,67	4,91	0,243				
IMC					1,01	0,98	1,04	0,467				
Grado afectación (Moderado)					1,56	0,93	2,63	0,094				
Dolor cervical (Sí)									1,18	0,66	2,1	0,577
Medicación (Sí)									0,94	0,51	1,73	0,844
Férula nocturna (Sí)									1,4	0,8	2,43	0,235
	82				82				80			

Si analizamos la necesidad de cirugía al finalizar las 12 semanas según la distribución de los pacientes en las categorías de afectación del NM al inicio del estudio (Tabla 10 y Figura 75), observamos que el nivel de incidencia de indicación de cirugía se mantuvo siempre más alto en el grupo control, tanto en los niveles de afectación leve como moderado.

Tabla 10. Necesidad de cirugía al final del estudio (12 semanas).
Según el nivel de afectación inicial.

Necesidad de cirugía a las 12 semanas		
	Leve	Moderado
Control		
Necesidad de cirugía, N (%): No	10 (52,6%)	7 (31,8%)
Necesidad de cirugía, N (%): Sí	9 (47,4%)	15 (68,2%)
Intervención		
Necesidad de cirugía, N (%): No	15 (88,2%)	17 (70,8%)
Necesidad de cirugía, N (%): Sí	2 (11,8%)	7 (29,2%)

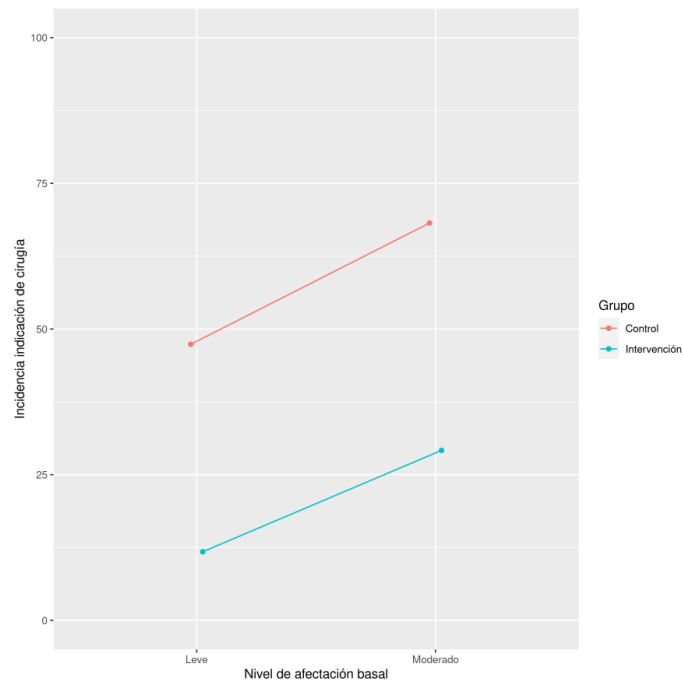


Figura 75. Incidencia en la indicación de cirugía a las 12 semanas.
Según el nivel de afectación inicial.

6.2.3. Nivel de afectación del nervio mediano – estudio electromiográfico.

En la Tabla 11 y Figura 76 se muestran los cambios en la distribución de la muestra, según el nivel de afectación del NM, entre el inicio (semana 0) y final (semana 12) del estudio. De las 39 muñecas del grupo control que se pudieron valorar a las 12 semanas, 4 (10,26%) empeoraron con un salto de categoría, pasando 2 del grupo leve a moderado y otras 2 del moderado a severo, mientras que 1 de ellas (2,6%) mejoró, pasando del grupo moderado a leve. De las 40 muñecas del grupo intervención, 6 (15%) mejoraron de categoría, pasando 4 del grupo leve a normal y otras 2 del moderado a leve, mientras que 1 muñeca (2,5%) empeoró, pasando del grupo leve a moderado.

A pesar de apreciarse una tendencia de cambio en los niveles de afectación del NM hacia una menor gravedad para el grupo intervención en la semana 12 respecto a la 0 y en comparación al grupo control, esta diferencia no pudo mostrarse como significativa (Tabla 12).

Tabla 11. Distribución de la muestra según niveles de afectación del nervio mediano (comparativa entre el inicio y final del estudio).

Se muestran los cambios en la distribución de la muestra entre el inicio y final del estudio, según grupos y niveles de afectación del nervio mediano. Las filas corresponden al número de muestras incluidas en los diferentes niveles de afectación al inicio del estudio (semana 0), mientras las columnas corresponden al número de muestras incluidas en estos mismos niveles al final del mismo (semana 12).

		Final del estudio (semana 12)							
		Grupo control				Grupo intervención			
		(sem. 0)	Normal	Leve	Moderado	Severo	Normal	Leve	Moderado
Inicio del estudio	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0
	Leve	0	16	2	0	4	12	1	0
	Moderado	0	1	18	2	0	2	21	0
	Severo	0	0	0	0	0	0	0	0

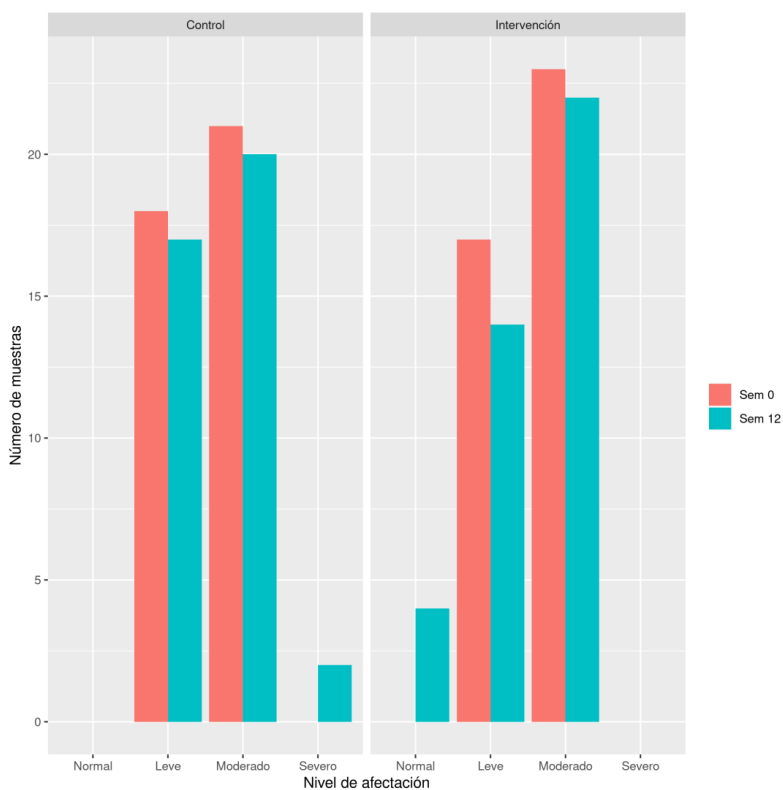


Figura 76. Cambios en la distribución de la muestra entre el inicio (sem 0) y final (sem 12) del estudio, según grupos y niveles de afectación del nervio mediano.

Tabla 12. Tabla comparativa entre la distribución de los grupos según el nivel de afectación del nervio mediano al final del estudio (semana 12).

	Control	Intervención	p-valor
	N=39	N=40	
Normal, N (%):			0,116
No	39 (100%)	36 (90,0%)	
Sí	0 (0,00%)	4 (10,0%)	
Leve, N (%):			0,581
No	22 (56,4%)	26 (65,0%)	
Sí	17 (43,6%)	14 (35,0%)	
Moderado, N (%):			0,916
No	19 (48,7%)	18 (45,0%)	
Sí	20 (51,3%)	22 (55,0%)	
Severo, N (%):			0,241
No	37 (94,9%)	40 (100%)	
Sí	2 (5,13%)	0 (0,00%)	

Más allá de la categoría del nivel de afectación del NM, en la Tabla 13 se muestran, de forma más detallada, los cambios entre la semana 0 y la 12 respecto a los diferentes parámetros analizados en los EMG realizados, con una comparación entre los grupos control e intervención.

Tabla 13. Resultados de los diferentes parámetros electromiográficos según grupo y momento del estudio.

SNAP: potencial de acción nervioso sensitivo; Amp: amplitud; V: velocidad de conducción; CMAP: potencial de acción muscular compuesto; lat: latencia.

Resultados electromiográficos

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
SNAP Amp palma (μv), Media (DE)	30,4 (18,3)	32,5 (17,8)	31,4 (17,8)	35,0 (19,8)
SNAP Amp palma (μv), Mediana [Q1;Q3]	29,1 [19,0;37,0]	30,2 [17,1;45,3]	32,1 [16,1;39,9]	28,2 [19,5;46,9]
SNAP Amp carpo (μv), Media (DE)	25,5 (13,8)	25,2 (15,9)	25,2 (14,2)	26,1 (17,2)
SNAP Amp carpo (μv), Mediana [Q1;Q3]	25,6 [15,1;32,9]	22,4 [13,5;34,0]	26,0 [15,4;31,1]	21,2 [12,8;34,2]
SNAP V distal (m/s), Media (DE)	53,0 (7,24)	50,6 (6,96)	49,4 (14,1)	51,1 (5,32)
SNAP V distal (m/s), Mediana [Q1;Q3]	53,8 [48,9;58,1]	50,3 [48,0;54,6]	53,3 [45,8;57,2]	52,0 [47,6;54,9]
SNAP V carpo (m/s), Media (DE)	33,8 (7,44)	33,8 (8,44)	34,1 (8,30)	35,0 (9,16)
SNAP V carpo (m/s), Mediana [Q1;Q3]	36,0 [27,6;38,9]	34,1 [27,7;38,6]	36,6 [28,2;39,6]	33,1 [28,5;42,1]
SNAP duración (ms), Media (DE)	1,94 (0,43)	2,12 (0,47)	2,06 (0,56)	2,02 (0,45)
SNAP duración (ms), Mediana [Q1;Q3]	1,93 [1,52;2,34]	2,08 [1,81;2,34]	1,88 [1,72;2,32]	1,98 [1,66;2,40]
CMAP Amp (μv), Media (DE)	9,56 (2,98)	10,0 (2,74)	10,0 (2,92)	10,5 (3,17)
CMAP Amp (μv), Mediana [Q1;Q3]	9,20 [7,35;11,1]	10,1 [8,00;11,6]	8,90 [7,85;12,4]	9,55 [8,20;12,2]

Resultados electromiográficos

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
CMAP lat distal (ms), Media (DE)	4,26 (0,84)	4,32 (0,92)	4,24 (0,88)	4,15 (0,85)
CMAP lat distal (ms), Mediana [Q1;Q3]	4,06 [3,57;4,85]	4,22 [3,65;4,89]	4,17 [3,49;4,59]	4,08 [3,44;4,87]

(DE): desviación estándar

6.2.3.1. Amplitud de los potenciales de acción nervioso sensitivo.

La amplitud de los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAPs) a nivel del carpo y de la palma (Figura 77 y Tabla 13) mostraron cambios entre los valores recogidos al inicio y final del estudio (semanas 0 y 12 respectivamente). A nivel del carpo, el valor medio de esta amplitud aumentó en el grupo intervención, mientras que empeoró en el control. A nivel de la palma la amplitud aumentó en los dos grupos, siendo esta subida ligeramente mayor en el grupo intervención. Estos cambios, tanto a nivel del carpo como de la palma, no llegaron a la significación en un análisis de regresión lineal mixta con factor aleatorio por paciente cuando se compararon de forma cruda, aunque sí cuando se ajustaron por los valores basales (p-valor <0.001) (Tabla 14).

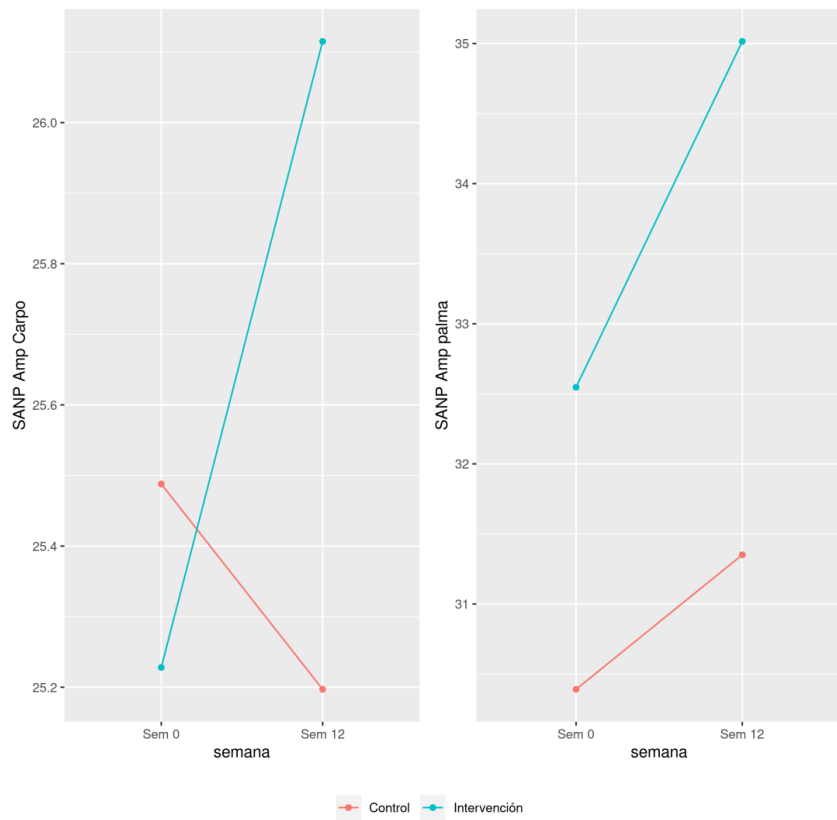


Figura 77. Resultados de la amplitud (Amp) en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo y de la palma.

Tabla 14. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (*amp*) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (*SNAPs*) a nivel del carpo y de la palma. Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP amp palma				SNAP amp palma			
	Estimadas	Error estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	31,34	3,08	25,30 to 37,38	<0,001	7,29	3,27	0,89 to 13,70	0,026
Grupo (Intervención)	3,69	3,90	-3,96 to 11,34	0,345	-2,16	4,85	-11,67 to 7,35	0,656
SNAP amp palma basal					078	0,09	0,61 to 0,96	<0,001
Grupo (Intervención)*SNAP amp palma basal					0,12	0,13	-0,14 to 0,37	0,364
Efectos aleatorios								
σ^2	141,18				97,06			
τ_{00}	215,61	<small>id_paciente</small>			15,40	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,60				0,14			
N	58	<small>id_paciente</small>			58	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				79			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,010 / 0,608				0,685 / 0,728			
AIC	676,814				604,861			

Predictores	SNAP amp carpo				SNAP amp carpo			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	25,98	2,50	21,09 to 30,87	<0,001	2,92	2,67	-2,31 to 8,15	0,273
Grupo (Intervención)	-0,54	3,01	-6,43 to 5,36	0,859	0,93	3,52	-5,96 to 7,83	0,790
SNAP amp carpo basal					0,89	0,09	0,72 to 1,06	<0,001
Grupo (Intervención)*SNAP amp carpo basal					-0,03	0,11	-0,25 to 0,20	0,813
Efectos aleatorios								
σ^2	70,33				36,56			
τ_{00}	172,96	<small>id_paciente</small>			25,39	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,71				0,41			
N	58	<small>id_paciente</small>			57	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				78			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,000 / 0,711				0,737 / 0,845			
AIC	642,99				548,832			

6.2.3.2. Media de la velocidad de conducción de los potenciales de acción nervioso sensitivo.

La media de la velocidad de conducción de los SNAPs también mejoró de forma más importante a nivel del carpo en los pacientes tratados con PS, aumentando también los registros de la velocidad a nivel distal en este grupo, mientras que en el control los valores sufrieron un descenso (Figura 78 y Tabla 13). La comparación entre grupos en los cambios de la velocidad de conducción de los SNAPs tanto a nivel del carpo como a nivel distal no resultó significativa en un modelo de análisis de regresión lineal mixta con factor aleatorio por paciente de forma cruda. Sin embargo, para el nivel distal, dicha comparación quedó cerca de la significación en el mismo modelo de análisis ajustado por el grupo, los valores basales y la interacción entre estas variables (p -valor=0,061). Por el contrario, a nivel del carpo no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, para los dos tipos de velocidad de conducción de los SNAPs (tanto a nivel distal como del carpo) se observó un aumento respecto a los valores basales (p -valor<0,001), considerando relevante el punto de partida (Tabla 15).

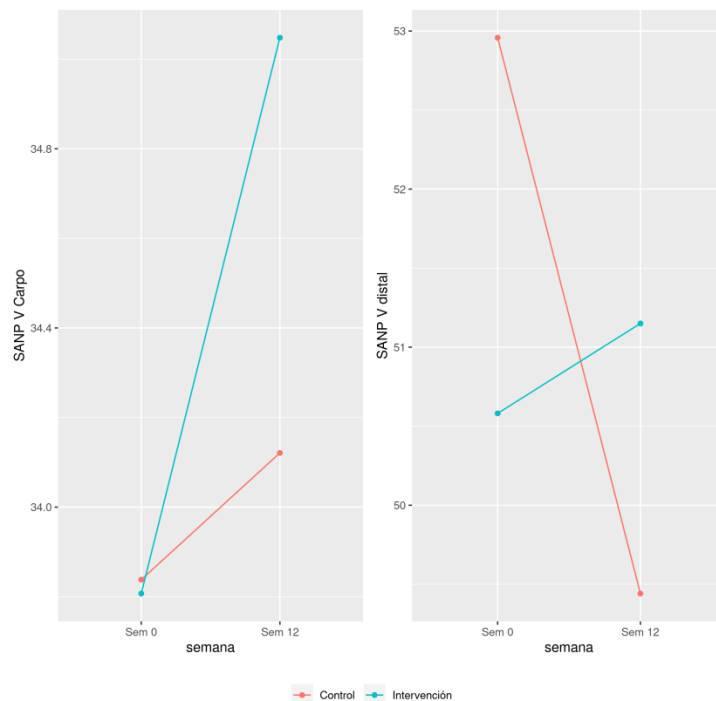


Figura 78. Resultados de la velocidad de conducción (V) en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo y distal.

Tabla 15. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la velocidad de conducción (V) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAPs) a nivel del carpo y distal. Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP V carpo				SNAP V carpo			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	34,74	1,39	32,02 to 37,46	<0,001	1,74	3,25	-4,63 to 8,11	0,592
Grupo (Intervención)	-0,91	1,64	-4,14 to 2,31	0,579	2,80	4,30	-5,63 to 11,24	0,515
SNAP V carpo basal					0,97	0,09	0,79 to 1,15	<0,001
Grupo (Intervención)*SNAP V carpo basal					-0,08	0,12	-0,32 to 0,16	0,496
Efectos aleatorios								
σ^2	20,02				9,09			
τ_{00}	56,43	<small>id_paciente</small>			10,49	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,74				0,54			
N	58	<small>id_paciente</small>			57	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				78			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,003 / 0,739				0,726 / 0,873			
AIC	551,359				457,814			

Predictores	SNAP V distal				SNAP V distal			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	49,85	1,79	46,35 to 53,36	<0,001	12,17	9,64	-6,73 to 31,06	0,207
Grupo (Intervención)	-0,59	2,04	-4,58 to 3,40	0,772	25,60	13,64	-1,14 to 52,34	0,061
SNAP V distal basal					0,71	0,18	0,36 to 1,06	<0,001
Grupo (Intervención)*SNAP V distal basal					-0,48	0,25	-0,98 to 0,01	0,056
Efectos aleatorios								
σ^2	28,11				16,74			
τ_{00}	102,18	<small>id_paciente</small>			108,40	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,78				0,87			
N	58	<small>id_paciente</small>			58	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				79			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,001 / 0,784				0,103 / 0,880			
AIC	588,994				582,063			

6.2.3.3. Duración de los potenciales de acción nervioso sensitivo.

En cuanto al último parámetro de la exploración EMG de carácter sensitivo, existió una tendencia contraria entre grupos en la duración de los SNAPs, aumentando el tiempo medio en el grupo control y disminuyendo en el intervención (Figura 79 y Tabla 13). En consecuencia, existió una mejora de este parámetro técnico para las muñecas tratadas con PS, aunque sin ser significativa respecto a la comparación entre grupos en un modelo de análisis de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio de forma cruda, pero sí cuando se compararon ajustando respecto a los valores basales (p-valor<0,001) (Tabla 16).

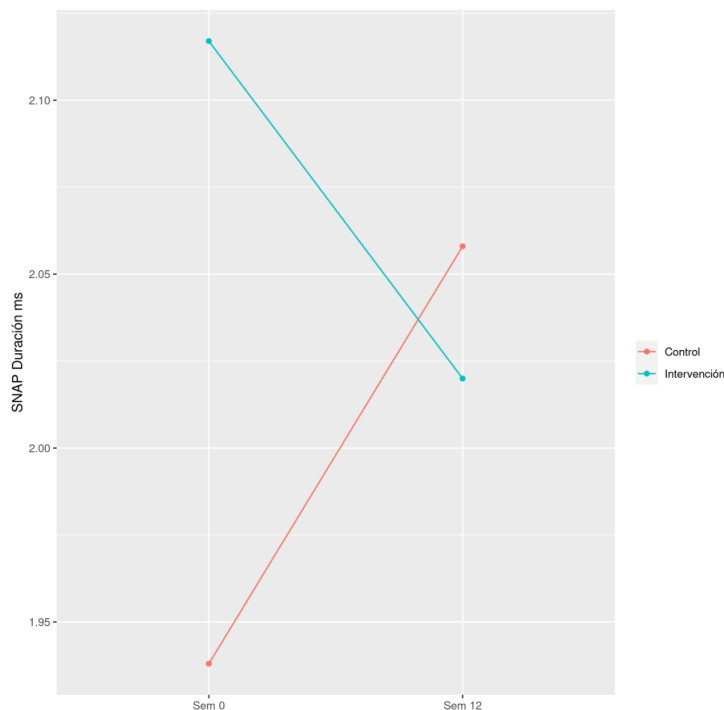


Figura 79. Resultados de la duración en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo.

Tabla 16. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la duración en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo.
Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP duración				SNAP duración			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2,08	0,08	1,91 to 2,24	<0,001	0,95	0,32	0,32 to 1,59	0,003
Grupo (Intervención)	-0,05	0,11	-0,26 to 0,16	0,622	-0,17	0,45	-1,06 to 0,71	0,699
SNAP duración basal					0,55	0,16	0,24 to 0,87	0,001
Grupo (Intervención)*SNAP duración basal					0,04	0,22	-0,39 to 0,46	0,870
Efectos aleatorios								
σ^2	0,12				0,10			
τ_{00}	0,15	<small>id_paciente</small>			0,08	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,56				0,45			
N	58	<small>id_paciente</small>			57	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				78			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,003 / 0,560				0,261 / 0,596			
AIC	122,723				102,215			

6.2.3.4. Amplitud y latencia de los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP).

El análisis de los parámetros de los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP) de los EMG realizados, reflejó una mejora en ambos grupos en cuanto a la amplitud y latencia, aumentando los valores para la primera y disminuyéndolos para la segunda (Figura 80 y Tabla 13). Se objetivó una mayor disminución de la latencia motora distal en el grupo intervención. Estos cambios no llegaron a ser significativos en una comparación entre grupos de forma cruda en un modelo de análisis de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio, aunque sí al compararlos ajustando respecto a sus valores basales (p -valor $<0,001$) (Tabla 17).

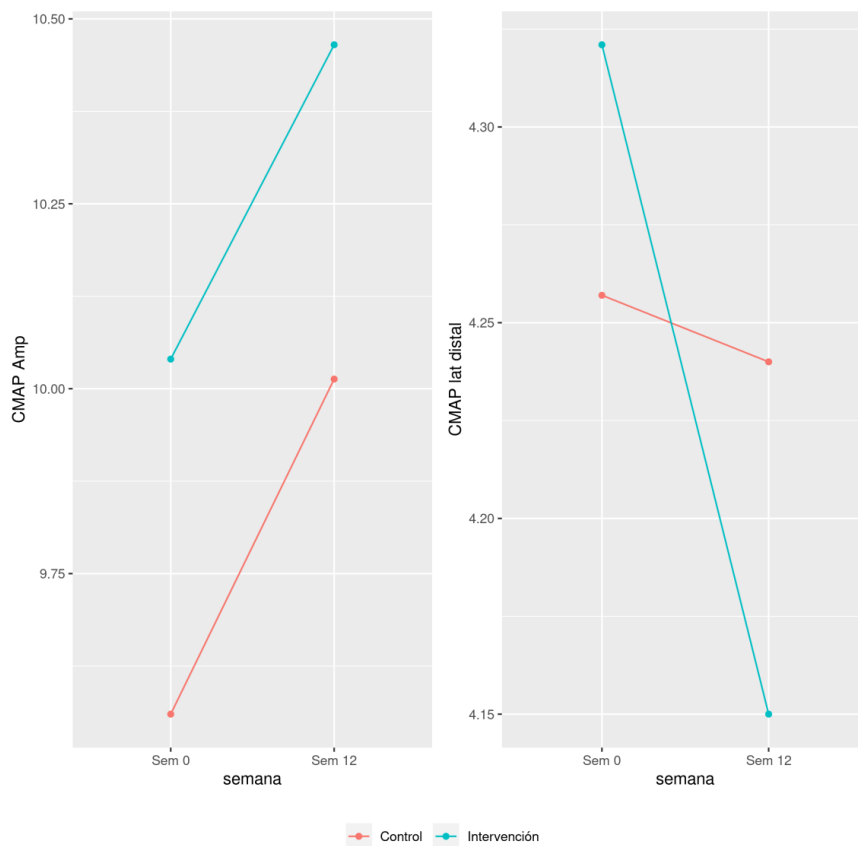


Figura 80. Resultados de la amplitud (Amp) y latencia (lat) en los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP) a nivel del carpo.

Tabla 17. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (Amp) y latencia (lat) distal en los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP) a nivel del carpo. Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	CMAP Amp				CMAP Amp			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	10,53	0,50	9,56 to 11,51	<0,001	3,43	1,21	1,06 to 5,79	0,004
Grupo (Intervención)	-0,19	0,58	-1,31 to 0,94	0,748	0,46	1,69	-2,86 to 3,77	0,787
CMAP Amp basal					0,70	0,12	0,48 to 0,93	<0,001
Grupo (Intervención)*CMAP Amp basal					-0,03	0,16	-0,35 to 0,29	0,858
Efectos aleatorios								
σ^2	2,33				2,46			
τ_{00}	7,65	<small>id_paciente</small>			2,88	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,77				0,54			
N	58	<small>id_paciente</small>			58	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				79			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,001 / 0,766				0,435 / 0,740			
AIC	392,600				362,327			

Predictores	CMAP lat distal				CMAP lat distal			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	4,25	0,14	3,97 to 4,53	<0,001	0,17	0,37	-0,56 to 0,91	0,645
Grupo (Intervención)	-0,07	0,19	-0,45 to 0,30	0,696	0,32	0,50	-0,65 to 1,30	0,516
CMAP lat distal basal					0,95	0,09	0,79 to 1,12	<0,001
Grupo (Intervención)*CMAP lat distal basal					-0,09	0,11	-0,32 to 0,13	0,417
Efectos aleatorios								
σ^2	0,42				0,09			
τ_{00}	0,32	<small>id_paciente</small>			0,12	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,43				0,57			
N	58	<small>id_paciente</small>			58	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	79				79			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,002 / 0,434				0,738 / 0,888			
AIC	207,035				112,367			

6.2.4. Exploración física.

6.2.4.1. Diagnóstico clínico.

Junto con el electromiográfico, el clínico fue uno de los criterios diagnósticos de inclusión necesarios para participar en el estudio. De este modo, mientras que en la semana 0 todos los sujetos presentaban un diagnóstico clínico de STC, después de realizar la exploración física final a las 12 semanas, el 18,4% de los pacientes del grupo control y el 22,5% del grupo intervención no cumplieron los criterios necesarios para incluirlos en este tipo de diagnóstico (Tabla 18 y Figura 81).

En el análisis de esta variable siguiendo un modelo de regresión log-binomial, ajustando en función del grupo, no se observó un resultado significativamente estadístico respecto a la actuación como factor protector del grupo intervención (Tabla 19).

Tabla 18. Resultados de diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).

Diagnóstico clínico a las 12 semanas

	Control	Intervención
	N=38	N=40
Diagnóstico clínico, N (%):		
No	7 (18,4%)	9 (22,5%)
Sí	31 (81,6%)	31 (77,5%)

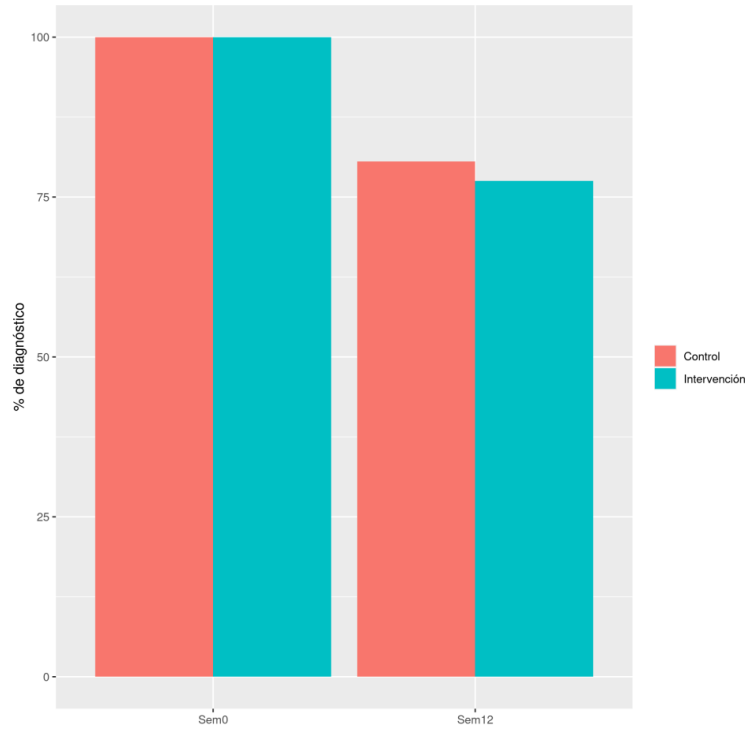


Figura 81. Resultados del diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).

Tabla 19. Análisis del riesgo relativo (*Risk Ratios*) respecto al diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).
Modelo de regresión log-binomial ajustando según el grupo.

Diagnóstico clínico a las 12 semanas

	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	0,82	0,7	0,95	0,009
Grupo (Intervención)	0,95	0,76	1,19	0,658

6.2.4.2. Presencia de dolor en la mano.

En la anamnesis de la exploración física realizada al inicio del estudio (semana 0) el 81,4% de los sujetos incluidos en el grupo control manifestaron sensación de dolor en la mano, mientras que en el grupo intervención este porcentaje fue del 74,4% (Tabla 20 y Figura 82). Al finalizar el estudio (semana 12), estos porcentajes disminuyeron al 36,8% y 35,0% para los grupos control e intervención respectivamente.

La comparación entre grupos para esta variable, realizando un modelo log-binomial, no resultó significativa ni de manera cruda ni ajustando por el dolor basal (Tabla 21).

Tabla 20. Resultados de la presencia de dolor en la mano.

Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de dolor en la mano manifestado por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

Presencia de dolor en la mano

	Sem 0		Sem 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Presencia de dolor, N (%): No	8 (18,6%)	11 (25,6%)	24 (63,2%)	26 (65,0%)
Presencia de dolor, N (%): Sí	35 (81,4%)	32 (74,4%)	14 (36,8%)	14 (35,0%)

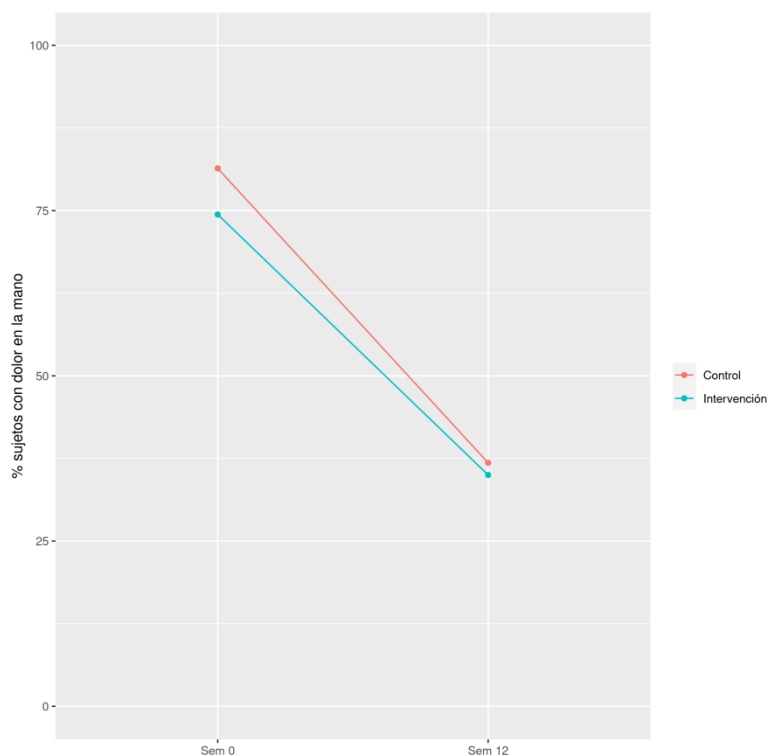


Figura 82. Resultados de la presencia de dolor en la mano.

Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de dolor en la mano manifestado por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

Tabla 21. Análisis estadístico de la presencia de dolor en la mano.

Modelos de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales (columna de la derecha).

	Dolor en la mano				Dolor en la mano			
	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	IC: 97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	IC: 97.5%	p-valor
Intercept	0,37	0,23	0,59	<0,001	0,14	0,04	0,51	0,003
Grupo (Intervención)	0,95	0,47	1,91	0,886	0,96	0,49	1,89	0,915
Dolor en la mano basal (Sí)					3,09	0,79	12,05	0,104
	78				78			

6.2.4.3. Presencia de parestesias en la mano.

En la anamnesis de la exploración física realizada al inicio del estudio (semana 0) el 100% de los sujetos incluidos en el grupo control manifestaron sensación de parestesias en la mano, mientras que en el grupo intervención este porcentaje fue del 97,7% (Tabla 22 y Figura 83). Al finalizar el estudio (semana 12), estos porcentajes disminuyeron al 89,5% y 90,0% para los grupos control e intervención respectivamente.

La comparación entre grupos para la sensación de parestesias en la mano, realizando un modelo log-binomial, no resultó significativa ni de manera cruda ni ajustando por el dolor basal (Tabla 23). Sin embargo, se observó que el valor basal quedó al límite de la significación (p -valor = 0,052).

Tabla 22. Resultados de la presencia de parestesias en la mano.

Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de parestesias en la mano manifestada por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

Presencia de parestesias en la mano

	Sem 0		Sem 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Parestesias, N (%): No	0 (0,00%)	1 (2,33%)	4 (10,5%)	4 (10,0%)
Parestesias, N (%): Sí	43 (100%)	42 (97,7%)	34 (89,5%)	36 (90,0%)

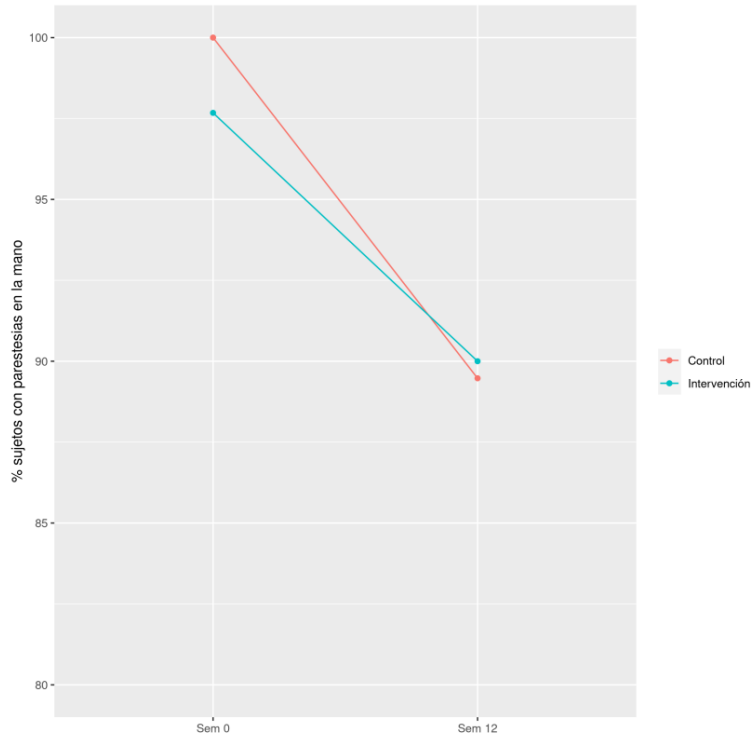


Figura 83. Resultados de la presencia de parestesias en la mano.

Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de parestesias en la mano manifestada por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

Tabla 23. Análisis estadístico de la presencia de parestesias en la mano.

Comparativa entre grupos según modelo de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales (columna de la derecha).

	Parestesias en la mano				Parestesias en la mano			
	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	IC: 97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	IC: 97.5%	p-valor
Intercept	0,89	0,78	1,02	0,103	1	0,85	1,17	0,97
Grupo (Intervención)	1,01	0,86	1,18	0,941	1	0,86	1,17	0,97
Parestesia basal (Sí)					0,9	0,8	1	0,052
	78				78			

6.2.4.4. Sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.

Aunque existió una disminución en los dos grupos del porcentaje de sujetos que expresaron una sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano entre el inicio y final del estudio, este descenso fue mucho más acusado en los pacientes tratados con PS (Figura 84). Al inicio del estudio (semana 0) el 72,1% y el 62,8% de los sujetos de los grupos control e intervención respectivamente manifestaron esta sensación de pérdida de fuerza, mientras que al final del estudio (semana 12) este porcentaje se redujo hasta alcanzar un 60,5% y 20,0%, también respectivamente (Tabla 24). Esta diferencia entre grupos fue estadísticamente significativa (p -valor $<0,05$) en un modelo de análisis de regresión log-binomial, tanto de manera cruda como ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (Tabla 25).

Tabla 24. Resultados de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano. Comparativa entre grupos al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Sensación de pérdida de fuerza en la mano

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Sensación pérdida de fuerza, N (%): No	12 (27,9%)	16 (37,2%)	15 (39,5%)	32 (80,0%)
Sensación pérdida de fuerza, N (%): Sí	31 (72,1%)	27 (62,8%)	23 (60,5%)	8 (20,0%)

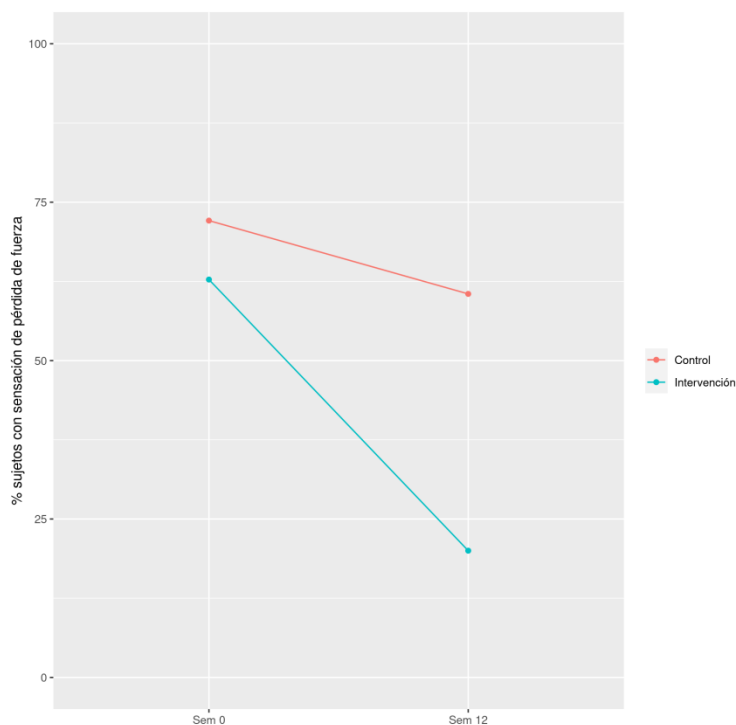


Figura 84. Resultados de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Tabla 25. Análisis estadístico de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano. Modelos de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna de la derecha).

	Pérdida fuerza de pinza				Pérdida fuerza de pinza			
	Estimadas	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Estimadas	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	1,53	0,76	3,11	0,237	0,2	0,04	0,93	0,039
Grupo (Intervención)	0,16	0,06	0,47	0,001	0,71	0,14	3,68	0,688
Fuerza pinza basal					21	3,56	124,03	0,001
Grupo (Intervención) *Fuerza pinza basal					0,11	0,01	0,96	0,046
	78				78			

6.2.4.5. Test de Phalen.

Respecto a la evolución en los resultados del test de Phalen a lo largo del estudio, se observó una diferencia entre grupos (Tabla 26 y Figura 85). Al inicio del estudio (semana 0) los valores porcentuales respecto a un resultado positivo en este test en el grupo control (57,1%) estaban más alejados de los del grupo intervención (65,1%), comparado con los resultados obtenidos al final del estudio (semana 12), con valores mucho más parecidos, del 60,5% y 62,5% respectivamente.

Esta diferencia en los resultados no fue significativa en una comparativa entre grupos, ni de forma cruda ni ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (Tabla 27).

Tabla 26. Resultados en el test de Phalen.
Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Test de Phalen, N (%): Negativo	18 (42,9%)	15 (34,9%)	15 (39,5%)	15 (37,5%)
Test de Phalen, N (%): Positivo	24 (57,1%)	28 (65,1%)	23 (60,5%)	25 (62,5%)

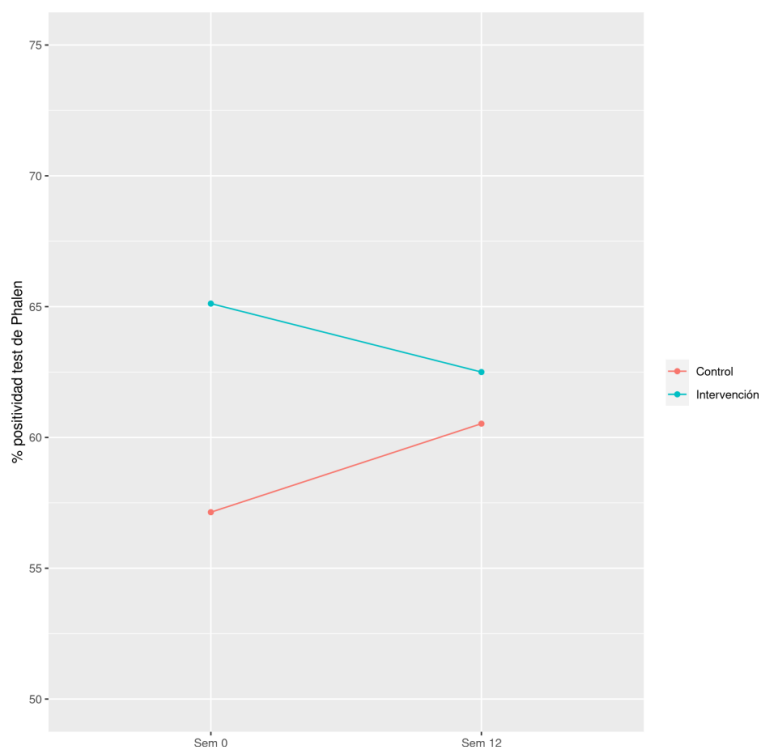


Figura 85. Resultados en el test de Phalen.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Tabla 27. Análisis estadístico de los resultados en el test de Phalen.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Test Phalen				Test Phalen			
	Riesgos Relativos	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgos relativos	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	0,61	0,46	0,8	0,001	0,47	0,27	0,83	0,009
Grupo (Intervención)	1,03	0,72	1,49	0,864	0,85	0,36	2,02	0,712
Test Phalen basal (Positivo)					1,59	0,84	3,01	0,15
Grupo (Intervención) *Test Phalen basal (Positivo)					1,19	0,46	3,08	0,716

78

77

6.2.4.6. Test de Tinel.

La Tabla 28 y Figura 86 muestran la evolución en los resultados del test de Tinel a lo largo del estudio. Al inicio del estudio (semana 0) los valores porcentuales respecto a un resultado positivo en este test fueron similares, con un 34,9% y 32,6% en los grupos control e intervención respectivamente. Al final (semana 12) los valores de estos resultados disminuyeron en ambos grupos de forma similar, permaneciendo próximos (18,4% y 20,0%, también respectivamente).

Esta disminución de valores en los resultados no fue significativa en una comparativa entre grupos, ni de forma cruda ni ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (Tabla 29).

Tabla 28. Resultados en el test de Tinel.
Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Test de Tinel			
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Test Tinel, N (%): Negativo	28 (65,1%)	29 (67,4%)	31 (81,6%)	32 (80,0%)
Test Tinel, N (%): Positivo	15 (34,9%)	14 (32,6%)	7 (18,4%)	8 (20,0%)

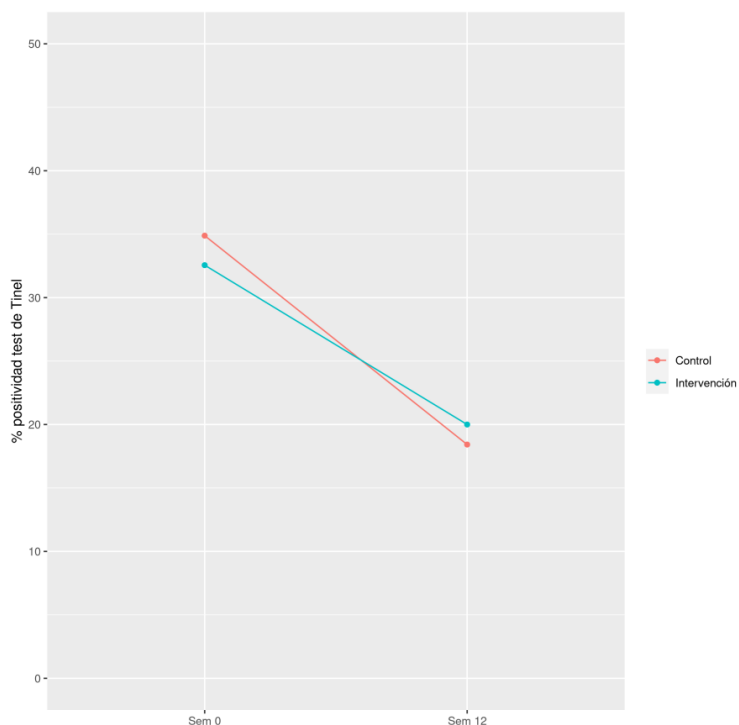


Figura 86. Resultados en el test de Tinel.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Tabla 29. Análisis estadístico de los resultados en el test de Tinel.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Test de Tinel				Test de Tinel			
	Riesgos Relativos	IC:		p-valor	Riesgos Relativos	IC:		p-valor
		2.5%	97.5%			2.5%	97.5%	
Intercepto	0,18	0,1	0,35	<0,001	0,13	0,04	0,35	<0,001
Grupo (Intervención)	1,09	0,41	2,89	0,869	0,59	0,11	3,3	0,551
Signo Tinel basal (Positivo)					2,29	0,57	9,13	0,242
Grupo (Intervención) *Signo Tinel basal (Positivo)					2,73	0,34	21,56	0,342
	78				78			

6.2.4.7. Test de compresión del nervio mediano.

Existió una disminución, a lo largo del estudio, del porcentaje medio de resultados positivos del test de compresión del NM en ambos grupos (Tabla 30 y Figura 87). Al inicio del estudio (semana 0) el 58,1% y el 67,4% de los resultados en este tipo de test fueron positivos para los grupos control e intervención respectivamente. Al final del estudio (semana 12) estos porcentajes se redujeron de forma similar en ambos grupos hasta alcanzar un 52,6% y 59,0%, también respectivamente.

Esta disminución de los valores en los resultados no fue significativa al comparar los grupos de forma cruda, pero sí al compararla respecto a los valores basales (p-valor=0,02). La comparación de la interacción respecto al grupo y el resultado basal del test quedó cercana a la significación (p-valor=0,085) (Tabla 31).

Tabla 30. Resultados en el test de compresión del nervio mediano. Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Test de compresión del nervio mediano

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Test compresión del nervio mediano, N (%): Negativo	18 (41,9%)	14 (32,6%)	18 (47,4%)	16 (41,0%)
Test compresión del nervio mediano, N (%): Positivo	25 (58,1%)	29 (67,4%)	20 (52,6%)	23 (59,0%)

6.2.4.8. Signo de Flick.

La Tabla 32 y Figura 88 muestran la evolución en los resultados del signo de Flick a lo largo del estudio. Al inicio del estudio (semana 0) los valores porcentuales respecto a un resultado positivo en este test fueron de un 76,7% y 72,1% en los grupos control e intervención respectivamente. Al final (semana 12) los valores de estos resultados disminuyeron en ambos grupos, con un descenso ligeramente más acusado para el grupo intervención, con valores del 59,5% y 45,0%, también respectivamente.

Esta diferencia en la disminución de los valores no fue significativa en la comparación entre grupos, como tampoco al ajustar respecto a los valores basales ni por la interacción entre los datos basales y el grupo (Tabla 33).

Tabla 32. Resultados en el signo de Flick.
Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Signo Flick, N (%): Negativo	10 (23,3%)	12 (27,9%)	15 (40,5%)	22 (55,0%)
Signo Flick, N (%): Positivo	33 (76,7%)	31 (72,1%)	22 (59,5%)	18 (45,0%)

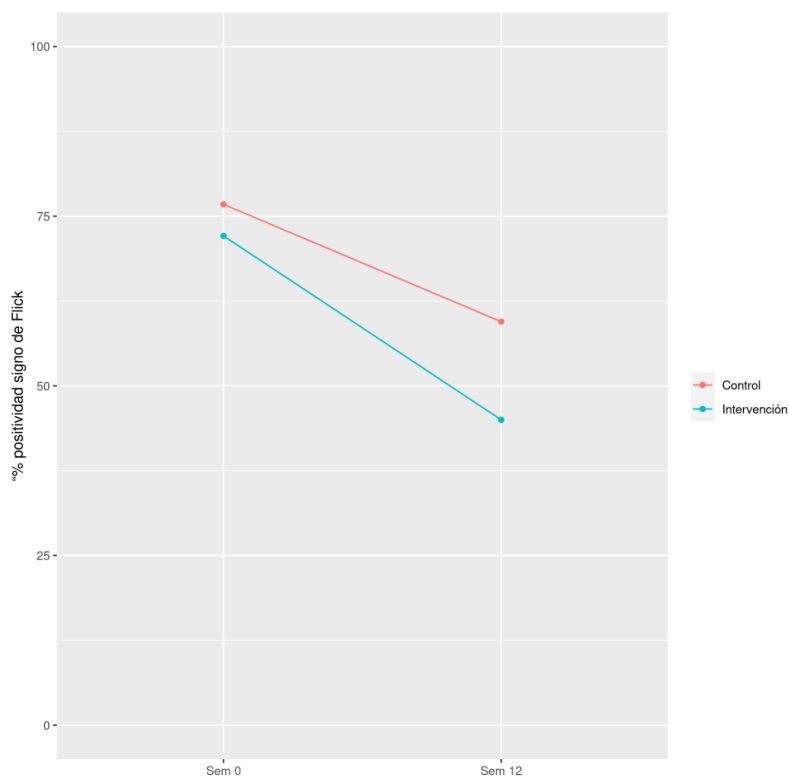


Figura 88. Resultados en el signo de Flick.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

Tabla 33. Análisis estadístico de los resultados en el Signo de Flick.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Signo Flick				Signo Flick			
	Riesgos Relativos	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgos Relativos	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0,59	0,44	0,81	0,001	0,38	0,14	0,99	0,047
Grupo (Intervención)	0,76	0,46	1,24	0,269	0,97	0,25	3,83	0,965
Signo Flick basal (Positivo)					1,75	0,67	4,55	0,253
Grupo (Intervención)*Signo Flick basal (Positivo)					0,76	0,18	3,16	0,706
	77				77			

6.2.5. Exploración ecográfica.

La Tabla 34 muestra una comparativa en la evolución de los resultados entre los grupos control e intervención desde el inicio al final del estudio (semanas 0 y 12 respectivamente).

Tabla 34. Resultados de los estudios ecográficos.
Comparativa entre los resultados al inicio y al final del estudio (semana 0 y 12 respectivamente) para los dos procedimientos ecográficos realizados.
AT-M: área transversal del nervio mediano a nivel de la muñeca. *AM-R*: ratio entre las áreas transversales del nervio mediano a nivel del antebrazo y de la muñeca. (*DE*): desviación estándar.

Exploración ecográfica				
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
ECO (AT-M), Media (<i>DE</i>)	0,13 (0,12)	0,10 (0,03)	0,11 (0,03)	0,10 (0,03)
ECO (AT-M), Mediana [Q1;Q3]	0,12 [0,10;0,13]	0,09 [0,08;0,12]	0,11 [0,09;0,12]	0,10 [0,08;0,12]
ECO (MA-R), Media (<i>DE</i>)	2,53 (2,03)	1,99 (0,69)	2,19 (0,69)	2,01 (0,67)
ECO (MA-R), Mediana [Q1;Q3]	2,25 [1,86;2,55]	1,80 [1,50;2,21]	2,00 [1,67;2,60]	2,00 [1,4;2,29]

6.2.5.1. Área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano (AT-M).

En cuanto a este primer tipo de exploración ecográfica estudiada, los la AT-M entre el inicio y final del estudio difirieron ligeramente entre los grupos e intervención. Mientras que para el grupo control la media de estos registros disminuyó ligeramente, pasando de 0,13 (*DE*=0,12) a 0,11 (*DE*=0,03) mm², en el intervención no se registraron cambios, manteniéndose en 0,10 (*DE*=0,03) mm² (Tabla 34 y Figura 89). Esta diferencia entre grupos no se mostró significativa en un modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo ni ajustando respecto a los valores basales, pero sí ajustando por la interacción entre ambos. Comparativa entre los resultados al inicio (Sem 0) y al final (Sem 12) del estudio

Tabla 35).

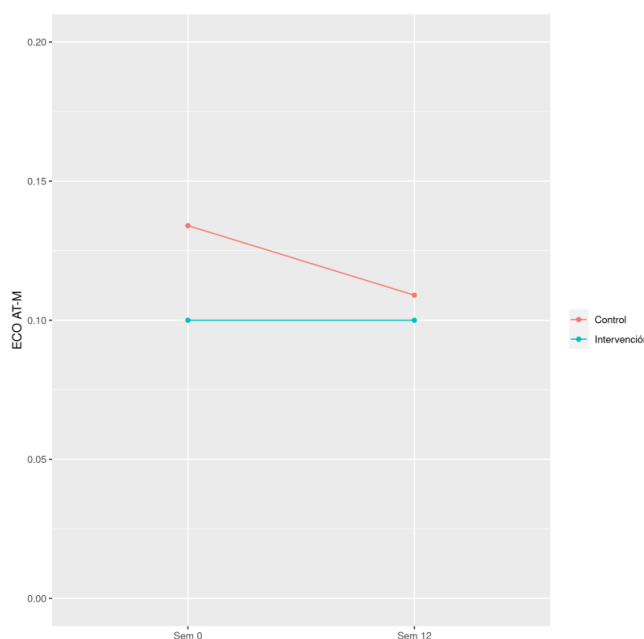


Figura 89. Resultados del área transversal del nervio mediano a la entrada del túnel carpiano (AT-M).

Comparativa entre los resultados al inicio (Sem 0) y al final (Sem 12) del estudio

Tabla 35. Análisis de los resultados para el área transversal del nervio mediano a nivel de la muñeca (AT-M).

Modelos de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto al valor basal y la interacción entre ambos (columna de la derecha).

Predictores	AT-M				AT-M			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	0,11	0,00	0,10 to 0,12	<0,001	0,11	0,00	0,10 to 0,12	<0,001
Grupo (Intervención)	-0,01	0,01	-0,02 to 0,00	0,197	-0,07	0,01	-0,10 to -0,05	<0,001
AT-M basal					-0,01	0,02	-0,06 to 0,04	0,658
Grupo (Intervención) *AT-M basal					0,61	0,11	0,40 to 0,83	<0,001
Efectos aleatorios								
σ^2	0,00				0,00			
τ_{00}	0,00	id_paciente			0,00	id_paciente		
ICC	0,53				0,57			
N	58	id paciente			57	id paciente		

Observaciones	78	76
R ² Marginal / R ² Condicional	0,019 / 0,540	0,291 / 0,693
AIC	-332,978	-336,646

6.2.5.2. Relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y en el antebrazo (MA-R).

En cuanto a este segundo tipo de exploración ecográfica, también se observaron ligeras diferencias entre los grupos respecto a los cambios en los valores medios de la MA-R entre el inicio y final del estudio. En el grupo control la media de estos registros disminuyó ligeramente, pasando de 2,53 (DE=2,03) a 2,19 (DE=0,69), mientras que en el grupo intervención estos valores sufrieron un ligero aumento, pasando de 1,99 (DE=0,69) a 2,01 (DE =0,67) (Tabla 34 y Figura 90). Esta diferencia entre grupos no se mostró significativa en un modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo ni ajustando respecto a los valores basales, pero sí ajustando por la interacción entre ambos (Tabla 36).

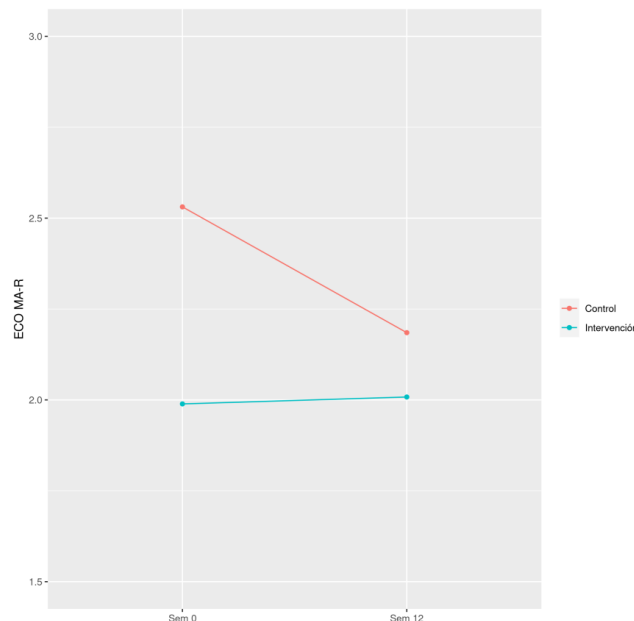


Figura 90. Resultados de la relación entre el área transversal del nervio mediano en la muñeca y el antebrazo (ECO MA-R).

Comparativa entre los resultados al inicio (Sem 0) y al final (Sem 12) del estudio

Tabla 36. Análisis de los resultados para la relación entre las áreas transversales del nervio mediano a nivel del antebrazo y de la muñeca (MA-R).

Modelos de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto al valor basal y la interacción entre ambos (columna de la derecha).

Predictores	MA-R				MA-R			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2,18	0,11	1,96 to 2,41	<0,001	2,13	0,15	1,82 to 2,43	<0,001
Grupo (Intervención)	-0,16	0,15	-0,45 to 0,14	0,306	-1,40	0,34	-2,06 to -0,74	<0,001
MA-R basal					0,02	0,04	-0,06 to 0,11	0,626
Grupo (Intervención)*MA-R basal					0,61	0,15	0,32 to 0,89	<0,001
Random Effects								
σ^2	0,26				0,25			
τ_{00}	0,20 <small>id paciente</small>				0,12 <small>id paciente</small>			
ICC	0,43				0,32			
N	58 <small>id paciente</small>				57 <small>id paciente</small>			
Observations	77				75			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,013 / 0,441				0,221 / 0,474			
AIC	166,801				155,861			

6.2.6. Intensidad de dolor.

La evolución del nivel de intensidad del dolor expresado por los sujetos durante el transcurso del estudio se puede observar en la Tabla 37. De forma general, para las tres variables recogidas (“*dolor justo ahora*”, “*dolor en las últimas 24 horas*” y “*dolor en la última semana*”) al inicio del estudio (semana 0) el nivel de dolor fue similar en los dos grupos, pero disminuyó de forma más importante en el grupo intervención al final (semana 12), quedando con un valor aproximado para los tres tipos de registros del 50% más bajo respecto al grupo control.

Tabla 37. Resultados del nivel de intensidad del dolor.

Se muestra la evolución a lo largo del estudio, recogida para tres momentos diferentes: justo en el momento, en las últimas 24 horas y en la última semana. Se muestran los valores medios con la desviación estándar (entre paréntesis).

Nivel de intensidad del dolor

	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
Dolor justo ahora						
Control	4,093 (3.558)			2,5 (2,982)		2,447 (2,748)
Intervención	3,581 (3.333)	2,146 (2,67)	1,119 (1,864)	1,605 (2,173)	1,581 (1,905)	0,925 (1,716)
Dolor últimas 24h						
Control	3,957 (2.738)			3,286 (3,045)		3,553 (2,845)
Intervención	4,13 (3.634)	4,659 (2,415)	2,857 (2,333)	2,279 (2,186)	2,023 (2,041)	1,775 (2,201)
Dolor última semana						
Control	4,478 (3.189)			3,512 (2,952)		4 (3,067)
Intervención	5,13 (3.494)	4,756 (2,478)	3,357 (2,272)	2,535 (2,374)	2,279 (2,164)	2,175 (2,521)

El análisis concreto del dolor que presentaron los pacientes justo en el momento de la recogida de datos (*"dolor justo ahora"*) mostró una bajada de los valores en los dos grupos, pero de forma más importante en el grupo intervención (Tabla 37 y Figura 91), siendo esta diferencia estadísticamente significativa tanto en un modelo de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca en crudo como en otro ajustando por los datos basales, así como por el tiempo (Tabla 38). Las medias de estos valores disminuyeron 1,593 y 1,976 puntos (sobre un valor máximo de 10 en la NPPE) para los grupos control e intervención respectivamente a mitad del estudio (semana 6), momento en que se finalizaba el tratamiento de PS a los pacientes del grupo intervención. En el control del final del estudio (semana 12) esta mejora del dolor se acentuó en el grupo intervención, disminuyendo 2,656 puntos respecto al valor inicial, por los 1,646 de reducción en el grupo control.

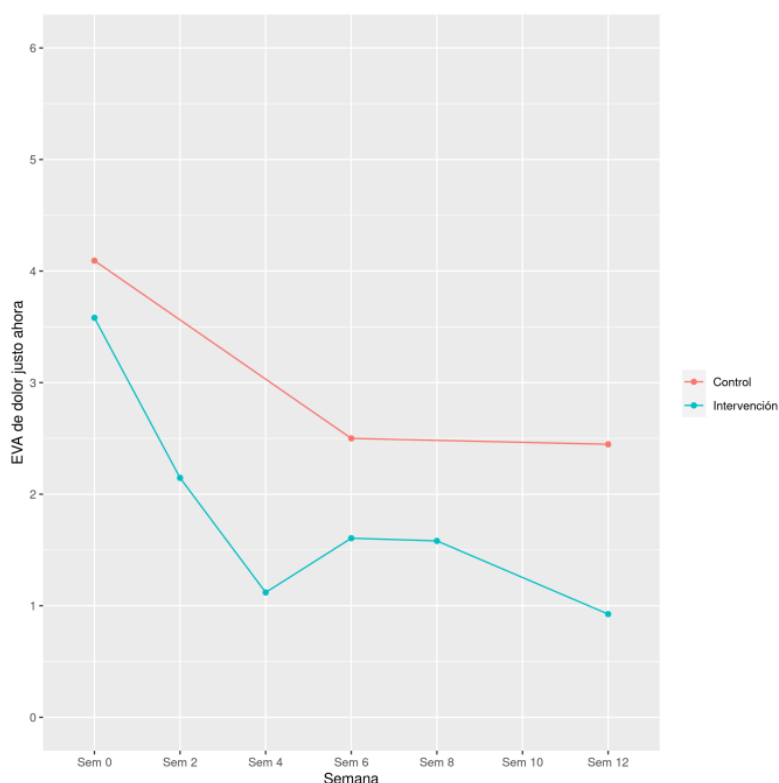


Figura 91. Resultados del nivel de intensidad del *"dolor justo ahora"*.

Tabla 38. Análisis estadístico del nivel de intensidad de dolor “dolor justo ahora”.
Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor justo ahora				Dolor justo ahora			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2,52	0,32	1,89 – 3,15	<0,001	2,45	0,50	1,47 – 3,43	<0,001
Grupo (Intervención)	-1,11	0,40	-1,89 – -0,32	0,006	-1,23	0,39	-2,00 – -0,46	0,002
Dolor basal					0,25	0,06	0,14 – 0,37	<0,001
Semana 4					-1,08	0,39	-1,84 – -0,31	0,006
Semana 6					-0,71	0,36	-1,43 – 0,00	0,051
Semana 8					-0,59	0,39	-1,35 – 0,17	0,126
Semana 12					-1,07	0,37	-1,79 – -0,35	0,004
σ^2	3,25				3,13			
τ_{00}	0,85 _{n referencia}				0,43 _{n referencia}			
	1,54 _{id_paciente}				1,46 _{id_paciente}			
ICC	0,42				0,38			
N	85 _{n_referencia}				85 _{n_referencia}			
	62 _{id_paciente}				62 _{id_paciente}			
Observaciones	289				289			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,042 / 0,447				0,181 / 0,489			
AIC	1266,785				1254,144			

Respecto al dolor que presentaron los pacientes en las “últimas 24 horas” antes de la recogida de los datos, se repitió la bajada de los valores en los dos grupos, pero siendo en este caso más acusada la diferencia entre el grupo control e intervención (Figura 92). Las medias de estos valores disminuyeron 0,671 y 1,851 puntos a mitad del estudio (semana 6), y 0,404 y 2,355 puntos al final (semana 12), para los grupos control e intervención respectivamente (Tabla 37). Esta diferencia entre grupos quedó al límite de la significación (p -valor=0,065) en un modelo de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo, siendo significativa (p -valor<0,05) ajustando por el dolor basal y el tiempo (Tabla 39).

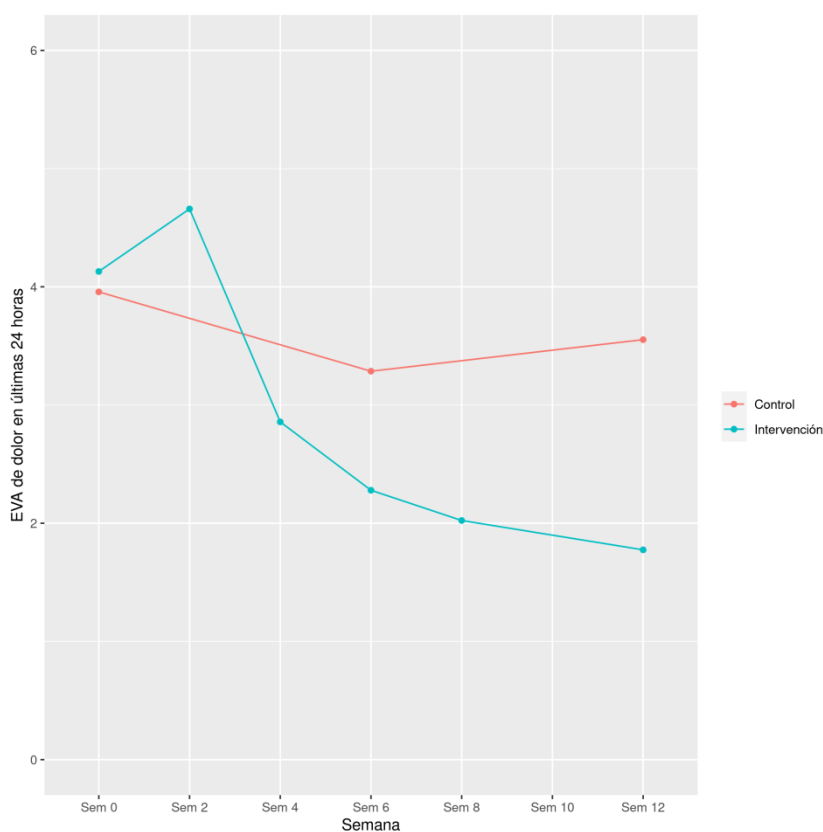


Figura 92. Resultados del nivel de intensidad de dolor en las “últimas 24 horas”.

Tabla 39. Análisis estadístico del nivel de intensidad del dolor en las “últimas 24 horas”. Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor en últimas 24h				Dolor en últimas 24h			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	3,45	0,35	2,76 – 4,14	<0,001	5,26	0,75	3,79 – 6,73	<0,001
Grupo (Intervención)	-0,82	0,44	-1,69 – 0,05	0,065	-1,31	0,61	-2,50 – -0,11	0,032
Dolor basal					0,09	0,09	-0,09 – 0,27	0,318
Semana 4					-2,54	0,57	-3,65 – -1,43	<0,001
Semana 6					-2,58	0,53	-3,63 – -1,53	<0,001
Semana 8					-2,76	0,57	-3,87 – -1,65	<0,001
Semana 12					-2,84	0,54	-3,91 – -1,78	<0,001
σ^2	4,34				3,48			
τ_{00}	1,35 _{n_referencia}				0,86 _{n_referencia}			
	1,27 _{id_paciente}				1,52 _{id_paciente}			
ICC	0,38				0,41			
N	85 _{n_referencia}				45 _{n_referencia}			
	62 _{id_paciente}				36 _{id_paciente}			
Observaciones	289				152			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,019 / 0,388				0,151 / 0,496			
AIC	1341,707				685,177			

Por último, el análisis del dolor que presentaban los pacientes en “*la última semana*” antes de la recogida de datos también muestra una disminución de los valores medios, mucho más acusada que en los anteriores tipos de medición comentados, para el grupo intervención (Figura 93), quedando esta diferencia cercana al límite de la significación estadística tanto en un modelo crudo de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca (p -valor=0,08) como en otro modelo ajustando por el valor basal y el tiempo (p -valor=0,10) (Tabla 40). Las medias de estos valores disminuyeron 0,966 y 2,595 puntos a mitad del estudio (semana 6), y 0,478 y 2,955 puntos al final (semana 12), para los grupos control e intervención respectivamente (Tabla 37).

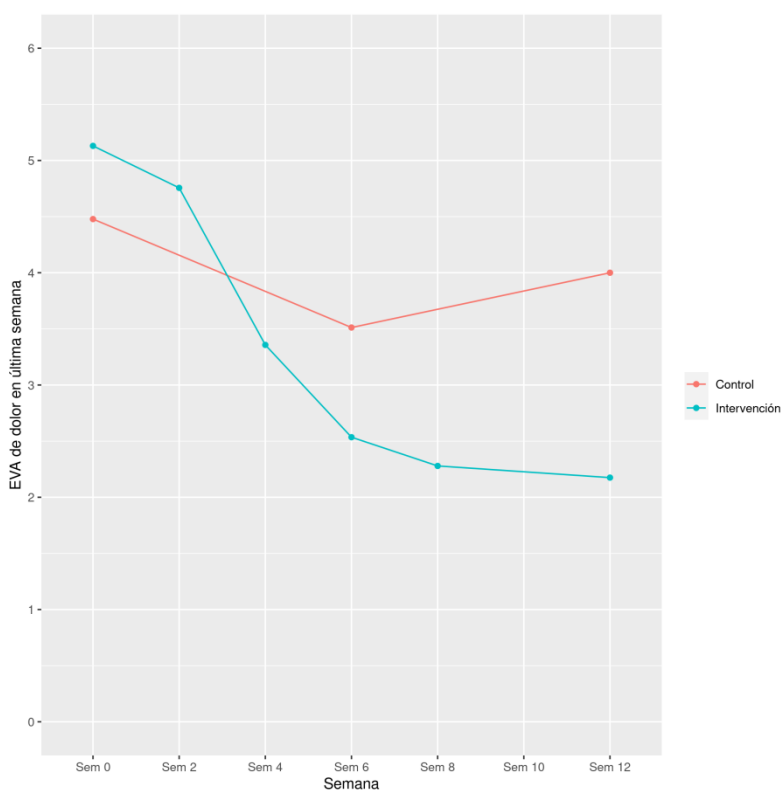


Figura 93. Resultados del nivel de intensidad del dolor “*en la última semana*”.

Tabla 40. Análisis estadístico del dolor en “la última semana”.

Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor última semana				Dolor última semana			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	3,75	0,36	3,04 – 4,46	<0,001	4,80	0,83	3,17 – 64,3	<0,001
Grupo (Intervención)	-0,80	0,46	-1,70 – 0,09	0,080	-1,04	0,63	-2,27 – 0,20	0,100
Dolor basal					0,14	0,09	-0,03 – 0,31	0,117
Semana 4					-1,75	0,65	-3,03 – -0,47	0,007
Semana 6					-2,39	0,62	-3,60 – -1,18	<0,001
Semana 8					-2,75	0,65	-4,03 – -1,47	<0,001
Semana 12					-2,22	0,63	-3,45 – -0,99	<0,001
σ^2	4,51				4,63			
τ_{00}	1,43 <small>n referencia</small>				0,45 <small>n referencia</small>			
	1,42 <small>id paciente</small>				1,58 <small>id paciente</small>			
ICC	0,39				0,30			
N	85 <small>n referencia</small>				45 <small>n referencia</small>			
	62 <small>id paciente</small>				36 <small>id paciente</small>			
Observaciones	289				152			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,017 / 0,398				0,125 / 0,392			
AIC	1354,795				715,176			

6.2.7. Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida.

Los resultados referentes a la evolución de esta variable a lo largo del estudio, recogidos mediante el CBSTC, mostraron una importante mejoría para los pacientes del grupo intervención, tanto en la ESS como en la ESF (

Tabla 41 y Figura 94). Cabe recordar que, en estos dos modelos de cuestionario, una puntuación baja se traduce en una menor sintomatología clínica, a la vez que una mayor capacidad funcional y calidad de vida.

En los pacientes tratados con PSTC existió una disminución en la media de la puntuación, en el tiempo transcurrido de la semana 0 a la 12, de casi 10 puntos (sobre un máximo de 55) en la ESS y de 4 puntos (sobre un máximo de 40) en la ESF. En el grupo control, por el contrario, la ESS empeoró con un aumento de 4,264 puntos en la semana 12 respecto al valor medio al inicio del estudio, mientras que en la ESF disminuyó 2 puntos (la mitad de la mejoría reflejada en el grupo intervención).

La comparativa de estos resultados entre los grupos control e intervención fue estadísticamente significativa para la ESS en un modelo de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo, quedando cercana a la significación en otro modelo ajustando por los valores basales (p -valor=0,092) y por el tiempo (p -valor=0,05). El análisis de un modelo ajustando por la interacción entre el grupo y el tiempo también resultó significativo (p -valor=0,007) (Tabla 43).

En relación a la ESF, esta comparativa entre grupos resultó significativo (p -valor<0,05) para los modelos de análisis estadístico en crudo, así como ajustado por los datos basales y por la interacción entre el grupo y el tiempo, pero no en el modelo ajustado por el tiempo (Tabla 44).

Tabla 41. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (I). Comparativa entre el inicio (semana 0) y final (semana 12) del estudio, en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).

Cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano				
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
ESS, Media (DE)	31,6 (8,18)	30,6 (8,91)	35,9 (56,9)	20,8 (6,55)
ESS, Mediana [Q1;Q3]	30,0 [26,5;37,0]	30,0 [23,5;36,5]	25,0 [20,0;33,0]	20,0 [16,0;24,2]
ESF, Media (DE)	20,6 (8,13)	19,8 (8,87)	18,5 (7,24)	15,8 (6,71)
ESF, Mediana [Q1;Q3]	22,0 [13,0;25,0]	19,0 [12,0;26,0]	17,0 [13,0;24,0]	14,5 [11,0;17,2]

Tabla 42. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (II). Evolución a lo largo del estudio de las medias de los resultados, en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).

Cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano						
	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
ESS						
Control	31,628 (8,177)			28,854 (7,354)		35,892 (56,862)
Intervención	30,581 (8,908)	28,462 (8,227)	24,714 (6,414)	23 (8,059)	20,698 (7,57)	20,75 (6,547)
ESF						
Control	20,634 (20,634)			18,675 (18,675)		18,541 (18,541)
Intervención	19,814 (19,814)	19,897 (19,897)	16,786 (16,786)	15,953 (15,953)	15,791 (15,791)	15,8 (15,8)

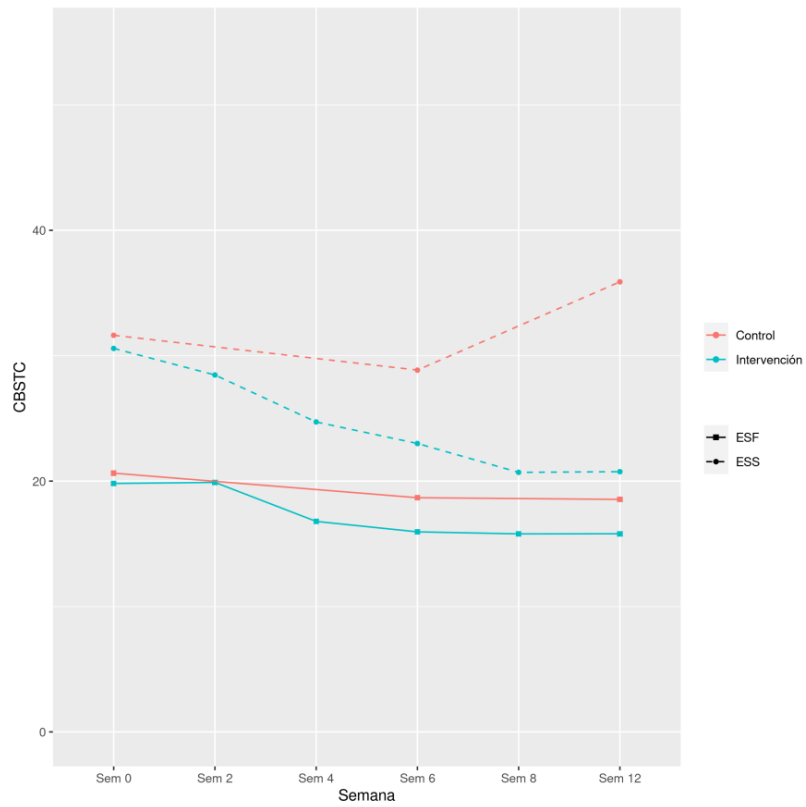


Figura 94. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).

Tabla 43. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de severidad de los síntomas (ESS).

Modelo de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda), ajustando respecto a los valores basales (columna central), y por el tiempo y ajustando por la interacción entre el grupo y el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	ESS				ESS				ESS			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	31,96	3,35	25,39 to 38,53	<0,001	8,21	7,72	-6,93 to 23,35	0,288	-3,01	9,56	- 21,76 to 15,73	0,753
Grupo (Intervención)	-7,58	3,68	- 14,78 to - 0,38	0,039	-6,10	3,62	- 13,18 to 0,99	0,092	9,29	6,97	-4,36 to 22,95	0,182
CBSTC ESS basal					0,75	0,22	0,32 to 1,18	0,001	0,76	0,22	0,33 to 1,19	0,001
Semana									1,24	0,63	-0,00 to 2,47	0,050
Grupo (Intervención)*Semana									-1,93	0,72	-3,34 to - 0,52	0,007
Efectos aleatorios:												
σ^2	286,89				280,65				272,78			
τ_{00}	0,00 <small>n referencia</small>				0,00 <small>n referencia</small>				0,00 <small>n referencia</small>			
	338,54 <small>id paciente</small>				304,66 <small>id paciente</small>				309,93 <small>id paciente</small>			
N	84 <small>n referencia</small>				84 <small>n referencia</small>				84 <small>n referencia</small>			
	62 <small>id paciente</small>				62 <small>id paciente</small>				62 <small>id paciente</small>			
Observaciones	285				285				285			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,038 / NA				0,154 / NA				0,180 / NA			
AIC	2529,426				2521,367				2516,905			

Tabla 44. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de situación funcional (ESF).

Modelo de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda), ajustando respecto a los valores basales (columna central), y por el tiempo y ajustando por la interacción entre el grupo y el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	ESF				ESF				ESF			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	19,03	1,06	16,94 to 21,11	<0,001	6,94	1,38	4,23 to 9,64	<0,001	6,18	1,90	2,45 to 9,91	0,001
Grupo (Intervención)	-3,00	1,28	-5,50 to - 0,49	0,019	-2,34	0,89	-4,08 to - 0,60	0,008	0,20	1,63	-3,00 to 3,40	0,903
CBSTC ESF basal					0,60	0,06	0,49 to 0,71	<0,001	0,60	0,06	0,49 to 0,71	<0,001
Semana									0,09	0,15	-0,20 to 0,37	0,552
Grupo (Intervención)*Semana									-0,37	0,16	-0,69 to - 0,04	0,027
Efectos aleatorios:												
σ^2	14,23				14,14				13,34			
τ_{00}	9,75	$n_{referencia}$			3,18	$n_{referencia}$			3,39	$n_{referencia}$		
	29,29	$id\ paciente$			9,84	$id\ paciente$			9,93	$id\ paciente$		
ICC	0,73				0,48				0,50			
N	85	$n\ referencia$			83	$n\ referencia$			83	$n\ referencia$		
	62	$id\ paciente$			60	$id\ paciente$			60	$id\ paciente$		
Observations	284				280				280			
Marginal R ² / Conditional R ²	0,032 / 0,742				0,503 / 0,741				0,516 / 0,758			
AIC	1739,563				1650,255				1646,056			

6.2.8. Fuerza muscular de la presión manual y del pellizco palmar digital.

6.2.8.1. Dinamometría de la presión manual.

Respecto esta primera prueba de dinamometría, la fuerza de presión de la mano aumentó, comparativamente entre los grupos, de forma más importante en el grupo intervención (Tabla 45 y Figura 95). El aumento de los valores en el grupo intervención se dio de forma más importante en el periodo de tiempo entre el inicio del estudio a la semana 6, aumentando su media en 1,919 Kg., mientras que el grupo control la disminuyó en 0,949 Kg. En el tramo de la semana 6 al final del estudio la fuerza de presión manual aumentó en los dos grupos, situándose la media del grupo control en un aumento de 0,954 Kg. respecto a los registros basales, por los 2,917 Kg. de aumento en el grupo intervención. La diferencia de estos resultados entre grupos no fue estadísticamente significativa en un análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo, pero sí ajustando por los valores basales y por el tiempo (Tabla 46).

Tabla 45. Resultados en la dinamometría de la fuerza de presión manual.

Dinamometría de la presión manual					
	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 12
1º intento					
Control (DE)	22,256 (12,762)			21,718 (10,207)	24,026 (11,086)
Intervención (DE)	21,419 (9,974)	20,667 (10,994)	22,929 (10,18)	23,012 (10,99)	24,6 (9,137)
2º intento					
Control (DE)	24,587 (13,049)			20,756 (10,207)	22,658 (10,244)
Intervención (DE)	22,935 (11,07)	20,487 (11,691)	22,738 (9,766)	23,452 (10,854)	23,825 (9,714)
3º intento					
Control (DE)	25,848 (13,933)			21,026 (10,547)	22,526 (10,242)
Intervención (DE)	22,13 (11,182)	20,962 (11,61)	22,952 (10,322)	23,119 (10,868)	23,825 (9,714)
Media					
Control (DE)	22,116 (12,418)			21,167 (10,192)	23,07 (10,343)
Intervención (DE)	21,275 (10,058)	20,705 (11,369)	22,873 (9,961)	23,194 (10,83)	24,192 (9,267)

(DE): desviación estándar

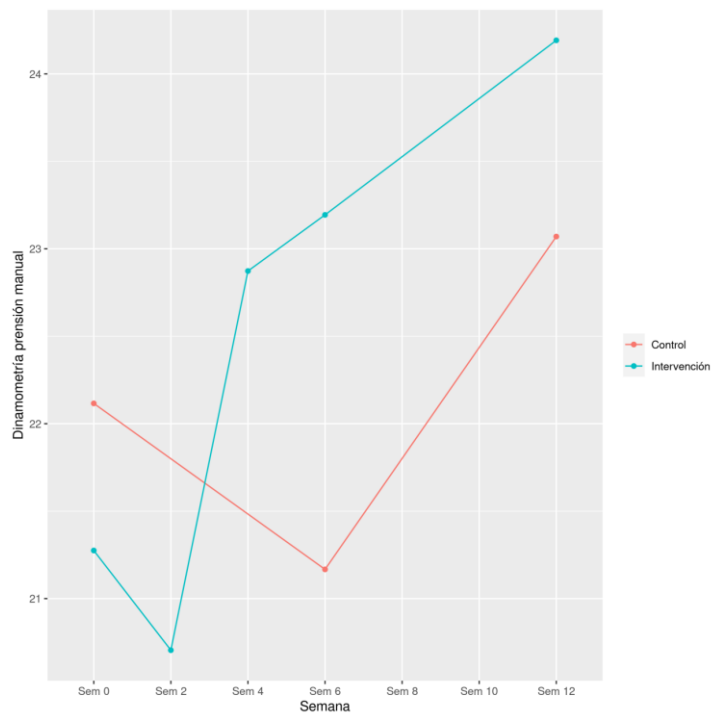


Figura 95. Medias de los resultados en la dinamometría de la fuerza de presión manual.

Tabla 46. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría de presión manual. Modelos de análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	Dinamometría jamar				Dinamometría jamar			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	21,73	1,49	18,81 to 24,65	<0,001	1,11	1,28	-1,40 to 3,61	0,386
Grupo (Intervención)	1,93	1,29	-0,59 to 4,45	0,133	2,38	0,85	0,72 to 4,04	0,005
Dinamometría basal					0,83	0,04	0,75 to 0,92	<0,001
Semana 4					1,80	0,54	0,74 to 2,86	0,001
Semana 6					1,88	0,51	0,88 to 2,89	<0,001
Semana 12					2,04	0,52	1,02 to 3,05	<0,001
Efectos aleatorios:								
σ^2	6,51				5,81			
τ_{00}	6,67	<small>n_referencia</small>			4,70	<small>n_referencia</small>		
	101,16	<small>id_paciente</small>			9,73	<small>id_paciente</small>		
ICC	0,94				0,71			
N	84	<small>n_referencia</small>			84	<small>n_referencia</small>		
	61	<small>id_paciente</small>			61	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	240				240			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,007 / 0,943				0,796 / 0,942			
AIC	1411,410				1278,655			

6.2.8.2. Dinamometría del pellizco palmar digital.

En la segunda prueba de dinamometría, la fuerza de pinza en los 3 primeros dedos aumentó de una forma importante en el grupo Intervención a lo largo de todo el estudio, siendo más importante en el periodo de la semana 0 a la 6 (Tabla 47 y Figura 96). Los pacientes del grupo control sólo mejoraron los registros en el tramo de la mitad (semana 6) al final (semana 12) del estudio.

La media de los tres intentos realizados en esta prueba al inicio del estudio (semana 0) fue más alta en el grupo control que en el intervención, con valores de 4,752 (DE=1,948) Kg y 4,452 (DE=1,751) Kg respectivamente. En la mitad del estudio (semana 6) se apreció una marcada diferencia entre grupos, existiendo un descenso de 0,1 Kg. en la media de la fuerza para el grupo control, mientras que el grupo intervención la aumentó en 0,544 Kg. Al final del estudio (semana 12) los valores medios de los dos grupos se aproximaron, con un resultado final de aumento de 0,476 K. y 0,683 Kg. respecto a los valores basales para los grupos control e intervención respectivamente. En esta prueba, la diferencia de los resultados entre los grupos control e intervención tampoco resultó estadísticamente significativa en un análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y muñeca en crudo, ni ajustando respecto a los valores basales y por el tiempo, aunque sí se ven diferencias significativas a lo largo de las semanas de seguimiento (Tabla 48).

Tabla 47. Resultados en la dinamometría de la fuerza del pellizco palmar digital.

Dinamometría del pellizco palmar digital					
	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 12
1º intento					
Control (DE)	4,686 (1,907)			4,731 (1,542)	5,151 (2,071)
Intervención (DE)	4,465 (1,83)	4,256 (1,904)	4,72 (2,005)	4,988 (2,035)	5,119 (2,013)
2º intento,					
Control (DE)	5,359 (2,221)			4,615 (1,539)	5,388 (3,29)
Intervención (DE)	4,652 (2,097)	4,404 (2,105)	5,06 (2,284)	4,964 (2,049)	5,156 (1,958)
3º interto					
Control (DE)	5,272 (2,15)			4,743 (1,639)	5,145 (2,966)
Intervención (DE)	4,875 (2,051)	4,326 (2,084)	5,155 (2,378)	5,152 (1,92)	5,131 (1,845)
General					
Control (DE)	4,752 (1,948)			4,652 (1,53)	5,228 (2,733)
Intervención (DE)	4,452 (1,751)	4,329 (1,994)	4,978 (2,173)	4,996 (1,997)	5,135 (1,899)

(DE): desviación estándar

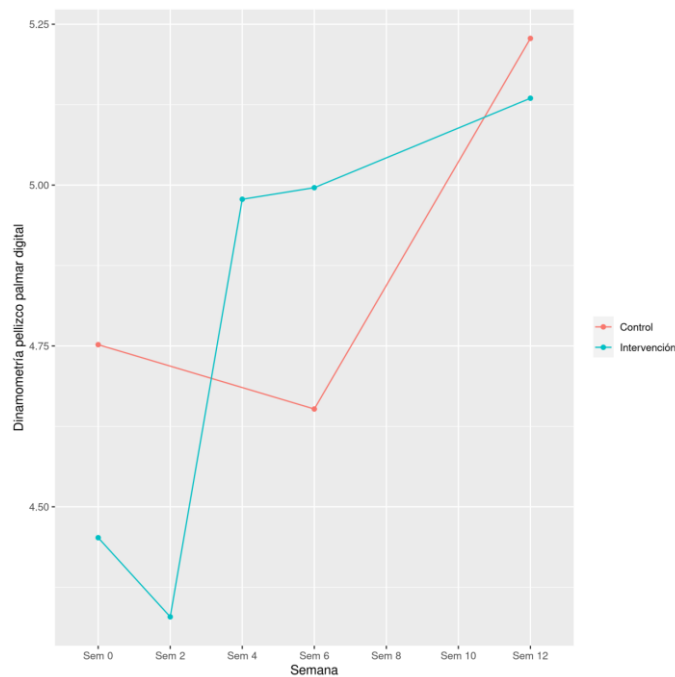


Figura 96. Medias de los resultados en la dinamometría de la fuerza del pellizco palmar digital.

Tabla 48. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría del pellizco palmar digital. Modelos de análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	Dinamometría pinch				Dinamometría pinch			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	4,87	0,31	4,26 to 5,47	<0,001	0,80	0,50	-0,17 to 1,77	0,107
Grupo (Intervención)	0,13	0,39	-0,64 to 0,89	0,746	0,32	0,31	-0,28 to 0,92	0,301
Dinamometría basal					0,74	0,08	0,59 to 0,90	<0,001
Semana 4					0,56	0,27	0,04 to 1,08	0,035
Semana 6					0,46	0,25	-0,03 to 0,95	0,066
Semana 12					0,58	0,25	0,08 to 1,07	0,024
Efectos aleatorios_:								
σ^2	1,45				1,41			
τ_{00}	1,13 _{n_referencia}				1,19 _{n_referencia}			
	1,79 _{id_paciente}				0,00 _{id_paciente}			
ICC	0,67							
N	84 _{n_referencia}				84 _{n_referencia}			
	61 _{id_paciente}				61 _{id_paciente}			
Observaciones	240				240			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,001 / 0,668				0,553 / NA			
AIC	928,918				885,846			

6.2.9. Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC.

Los valores medios del nivel de intensidad de dolor que manifestaron sentir los pacientes a los que se les aplicó PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje de PSTC se recoge en la Tabla 49. Cabe recordar que, según el diseño del estudio, esta técnica-intervención, se aplicó solamente a los sujetos incluidos en el grupo intervención.

Como media global de todos los valores registrados, el dolor que manifestaron los pacientes justo después de haber colocado y manipulado las agujas, y aún permaneciendo éstas insertadas (min. 0), fue de un nivel moderado, según clasificación del dolor recogido en escalas EVA-EN (182,186), con un valor medio de 4,628 (DE=2,231) (sobre un valor máximo de 10 en una NPRE). Este nivel de dolor disminuyó, pasando a ser considerado como leve tanto justo después de retirarlas (min. 10), con un valor medio de 1,612 (DE=2,057), como una vez transcurridos 5 minutos de la retirada de las agujas (min. 15), con un valor medio de 1,192 (DE=1,974).

Si observamos la evolución de las medidas de estos registros a lo largo de las diferentes semanas en que se tomaron estos datos (semanas 2, 4 y 6) (Figura 97), observamos cómo existió un ligero y mantenido descenso en los 3 tipos de registros conforme avanza el tiempo, con resultado estadísticamente significativo con respecto a la semana 6 para los 0 y 10 minutos, y en todas las semanas a los 15 min, en un análisis de regresión logística con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca, ajustando respecto al tiempo (Tabla 50).

Tabla 49. Resultados del dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC). Se muestran el dolor medio de todos los registros (General) y el de los tomados a lo largo del estudio (semanas 2, 4 y 6) en tres momentos: justo al finalizar la colocación y manipulación de las agujas (0 min.), justo después de retirarlas (10 min.), y 5 minutos después de retirarlas (15 min.).

Dolor provocado por la PSTC

	General	Sem 2	Sem 4	Sem 6
0 min (DE)	4,628 (2,231)	5.075 (2,129)	4,69 (2,279)	4,151 (2,232)
10 min (DE)	1,612 (2,057)	2.05 (2,364)	1,762 (2,093)	1,085 (1,582)
15 min (DE)	1,192 (1,974)	2.025 (2,281)	1,214 (1,855)	0,395 (1,417)

(DE): desviación estándar

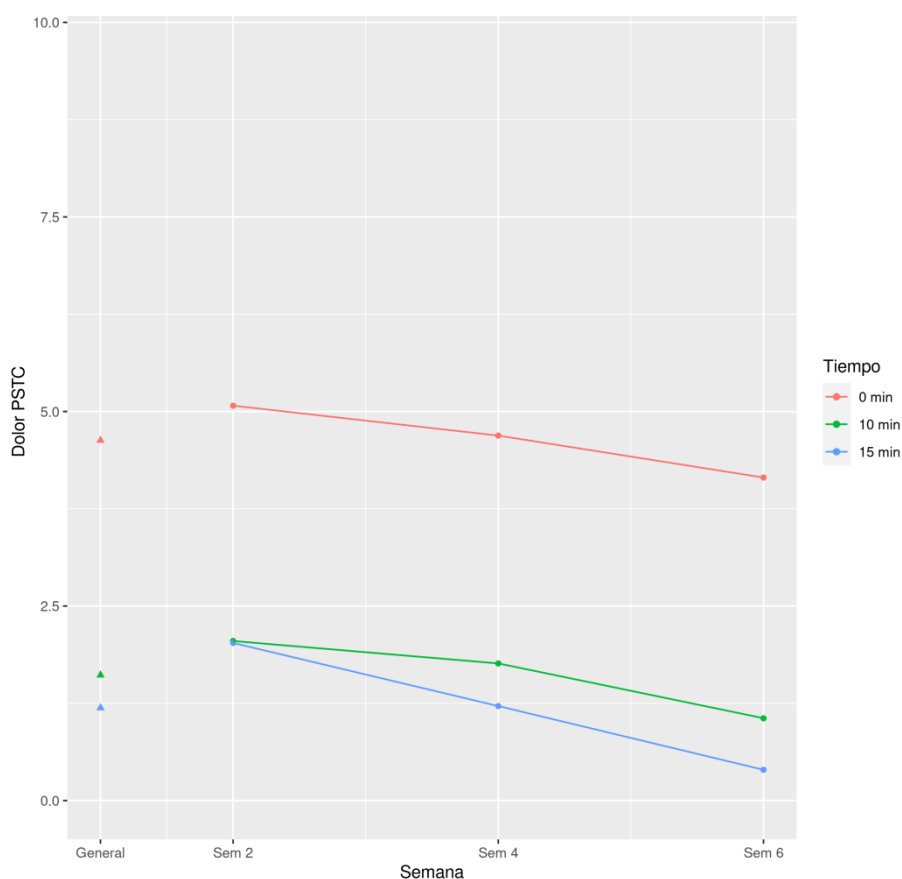


Figura 97. Resultados del dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC). Se muestran el dolor medio de todos los registros (General) y el de los tomados a lo largo del estudio (semanas 2, 4 y 6) en tres momentos: justo al finalizar la colocación y manipulación de las agujas (0 min.), justo después de retirarlas (10 min.), y 5 minutos después de retirarlas (15 min.).

Tabla 50. Análisis estadístico de los resultados en el nivel de intensidad de dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).
Modelos de regresión con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca, y ajustando respecto al tiempo.

Predictores	Dolor PSTC 0 min				Dolor PSTC 10 min				Dolor PSTC 15 min			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	5,02	0,36	4,32 to 5,73	<0,001	2,02	0,33	1,38 to 2,67	<0,001	2,02	0,31	1,41 to 2,62	<0,001
Semana 4	-0,36	0,39	-1,12 to 0,40	0,351	-0,27	0,38	-1,02 to 0,48	0,482	-0,79	0,33	-1,44 to -0,15	0,016
Semana 6	-0,87	0,38	-1,63 to -0,12	0,023	-0,96	0,38	-1,71 to -0,22	0,012	-1,60	0,33	-2,24 to -0,96	<0,001
Efecto Aleatorios:												
σ^2	3,03				2,99				2,17			
τ_{00}	0,00 <small>n referencia</small>				0,00 <small>n referencia</small>				0,00 <small>n referencia</small>			
	1,75 <small>id_paciente</small>				1,06 <small>id_paciente</small>				1,36 <small>id_paciente</small>			
N	43 <small>n referencia</small>				43 <small>n referencia</small>				43 <small>n referencia</small>			
	35 <small>id_paciente</small>				35 <small>id_paciente</small>				35 <small>id_paciente</small>			
Observaciones	125				125				125			
R ² Marginal / R ² Condicional	0,041 / NA				0,053 / NA				0,164 / NA			
AIC	541,676				530,315				502,946			

6.2.10. Efectos adversos o no deseados.

Los resultados en cuanto a la aparición de efectos adversos o no deseados como consecuencia de la aplicación en el grupo intervención de la PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje de PSTC se recogen en la Tabla 51.

En la semana 2, es decir, una semana después de haberse aplicado por primera y única vez la PSTC (semana 2), el 41,03% de los pacientes expresaron haber experimentado dolor residual, aunque en su mayoría de forma leve, durante una media de 1,25 (DE=1,01) días posterior a la aplicación. En este mismo momento, el 80.5% de los pacientes manifestaron no haber experimentado ningún otro efecto adverso o no deseado, mientras que el 2,44% presentaron parestesias, el 9,76% algún otro tipo de disestesias y el 7,32% presentaron hematomas superficiales en las zonas de aplicación de las agujas.

En el resto de momentos de recogida de datos en el estudio la frecuencia y proporción de estos efectos no deseados disminuyó de forma importante. En la semana 4 solamente en 2 de los 42 registros (4,76% del total) se manifestó haber sentido dolor residual, en un nivel moderado, una media de 3 días (DE=0) posteriores a la aplicación. En este momento no se recogió la aparición de ningún otro efecto adverso o no deseado.

En la semana 6 sólo 1 paciente (2,33% del total) manifestó la presencia de dolor residual post-punción durante medio día, y 2 pacientes (4,65% del total) presentaron hematomas superficiales como consecuencia de la PSTC.

En las semanas 8 y 12 (2 y 4 semanas después de haber aplicado la última sesión de PSTC respectivamente) ningún paciente manifestó haber sentido dolor residual, así como tampoco la aparición de ningún otro efecto adverso o no deseado.

Tabla 51. Resultados respecto a la aparición de efectos adversos o no deseados tras la aplicación de la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

	Efectos adversos o no deseados				
	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
Aumento del dolor					
No dolor	23 (59,0%)	40 (95,2%)	42 (97,7%)	43 (100%)	78 (100%)
Aumento dolor leve	9 (23,1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Aumento dolor moderado	2 (5,13%)	2 (4,76%)	1 (2,33%)	0 (0%)	0 (0%)
Aumento dolor intenso	5 (12,8%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Duración del dolor					
Media (DE)	1,25 (1,01)	3,00 (0.00)	0,50 (,)	.	.
Mediana [Q1;Q3]	1,00 [0,62;2,00]	3,00 [3.00;3,00]	0,50 [0,50;0,50]	.	.
Otras observaciones					
Ninguna	33 (80,5%)	42 (100%)	41 (95,3%)	43 (100%)	78 (100%)
Parestesias	1 (2,44%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Otras disestesias	4 (9,76%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Hematoma superficial	3 (7,32%)	0 (0%)	2 (4,65%)	0 (0%)	0 (0%)

(DE): desviación estándar

7 DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN.

7.1. VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.

El modelo de abordaje denominado como PSTC (Figura 62) se confeccionó en su origen desde un modelo puramente teórico, basándose en el conocimiento anatómico de las estructuras diana que se pretenden alcanzar y actuar. Entre éstas cabe destacar el LTC, que se diferencia anatómicamente, en un plano más profundo, del refuerzo de la fascia antebraquial mediante una fina capa de tejido adiposo (121), y une los extremos de las paredes lateral (escafoides y trapecio) y medial (pisiforme y gancho del ganchoso) entre sí ventralmente (114). Las inserciones del LTC en sus bordes radial y cubital dejan una clara impronta (Figura 20), con extensiones medias de 6 x 6 mm. en el escafoides (distancia máxima de proximal a distal x radial a cubital), 13 x 6 mm. en el trapecio, 9 x 6 mm. en el pisiforme, y 11 x 5 mm. en el ganchoso (122). Es por ello que se decidió tomar como referencia anatómica para la colocación de las cuatro agujas del modelo de PSTC los bordes óseos de estos cuatro huesos donde se inserta el ligamento. El punto de colocación de las agujas sobre la piel se sitúa cercano a estos rebordes óseos, en su vertiente más próxima al eje medio del TC. Desde este punto se oblicuan las cuatro agujas, siempre a dorsal y buscando la línea media del centro del TC, con una inclinación de unos 45º aproximadamente, tanto en dirección cráneo-caudal como medial-lateral. Con este direccionamiento de las agujas se pretende alcanzar la pared anterior del LTC desde las cuatro zonas más cercanas a su anclaje periférico en los huesos anteriormente mencionados donde, como se acaba de describir, esta inserción dispone de un margen lo suficientemente amplio como para que las agujas permanezcan en todo momento dentro del área correspondiente al LTC. Respecto a una dirección longitudinal, la longitud del LTC es más corta en su parte media, con 14,4 mm., que en los bordes radial y cubital, con 16,5 mm. y 15,1 mm. respectivamente (121). En concordancia con esta forma característica del TC “en reloj de arena” (Figura 16), es lógico pensar que será muy probable situar a cada una

de las cuatro agujas, insertadas según las indicaciones del modelo de PSTC, sobre un área donde se encuentre el LTC.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, con un 93,1% de las agujas colocadas contactando directamente con el LTC, confirmaron este planteamiento teórico inicial del modelo de abordaje de PSTC, validándolo en la práctica para alcanzar el LTC.

Siguiendo las pautas descritas para este abordaje no sólo se alcanza el LTC como elemento clave sobre el que actuar de forma directa, sino que las agujas también se sitúan previamente sobre otras estructuras en forma de tejidos blandos, como piel, tejido adiposo subcutáneo y musculatura tenar e hipotenar. En cuanto a estos últimos, recordar que casi las 2/3 partes de la musculatura tenar se inserta en la parte más radial del LTC, mientras que cubitalmente el ligamento da origen a una porción del flexor corto del dedo meñique (Figura 22), estableciendo una transición anatómica de continuidad entre las fibras musculares estriadas de los músculos tenares y las fibras de colágeno del LTC (123). Se ha planteado (123) que seguramente esta continuidad de tejidos es la que provoca que la contracción de estos músculos provoque un desplazamiento anterior del LTC, aumentando su forma abombada, lo que a su vez favorece el aumento del diámetro vertical del TC, aumentando también el CSA. Es por ello que aún en el caso de que alguna de las agujas no llegue a alcanzar de forma directa el LTC por no conseguir una profundidad suficientemente adecuada, se podría actuar sobre él de forma indirecta mediante la acción de la aguja sobre los tejidos suprayacentes al mismo, entre los que se puede remarcar la musculatura tenar e hipotenar que se inserta directamente sobre él.

Respecto a la manipulación de las agujas en el modelo de PSTC, la técnica utilizada y denominada como TEF, en forma de rotación unidireccional, se puede incluir dentro del grupo genérico de la conocida como “técnica de giros de la aguja” (véase apartado “1.1.3.2.1. Técnicas de PS en el tejido conjuntivo”). La técnica de “giros de la aguja” se aplica frecuentemente en el tejido miofascial, por lo que se optó por diferenciar la técnica utilizada en la PSTC al nombrarla con una nueva terminología, como es la TEF. Con ello se ha intentado enfatizar el hecho de que la TEF se focaliza en

la acción sobre el tejido conjuntivo-fascial “enrollado” sobre la aguja de PS. En esta línea, se eligió aplicar una rotación unidireccional en base a la mayor fuerza de “agarre” de la aguja que se obtiene con este movimiento, cuantificada y recogida en estudios previos (71).

Volviendo al objetivo principal de este estudio en cuanto a dar validez al modelo de PSTC, no sólo fue necesario comprobar que las agujas alcanzaban el LTC, si no que también se ha de comprobar que las agujas actúen sobre él. De aquí la importancia de la TEF para la manipulación de las agujas, en la que se eligió aplicar una rotación unidireccional, en base a la mayor fuerza de “agarre” de la aguja que se obtiene con este movimiento, cuantificada y recogida en estudios previos (71). En nuestro estudio, en el 80,6% de las agujas colocadas se observó ecográficamente una acción sobre el LTC en forma de estiramiento al manipular las agujas con la TEF y traccionar de ellas.

No se descarta la posibilidad de manipular las agujas con un movimiento de giro bidireccional (o rotación-contrarotación), ya que también produce el “agarre” de la aguja, aunque se ha cuantificado en menor proporción en estudios comparativos previos (71). Incluso se puede plantear como conveniente aplicar de forma consecutiva dos tipos de movimiento, realizando unos movimientos iniciales de giro bidireccional seguido de una rotación unidireccional máxima hasta sentir el tope final de resistencia del tejido. Esta suma de movimientos también podría comportar una suma en la fuerza de “agarre” de la aguja.

En cuanto al material utilizado en el estudio se escogió, entre la oferta de los diferentes tipos de aguja existentes en el mercado para la práctica de la PS (véase apartado “1.1.4. Tipos de aguja utilizadas en punción seca”), las del tipo chino (o clásica) con mango de plata y tubo guía (Figura 12), de medida 25 x 0,30 mm., de la marca *Agupunt*[®] (AGP PREMIUM TIPO CHINO). Este tipo de agujas poseen características que se ajustan de forma más clara al propósito y objetivo que perseguía nuestro estudio.

La elección de la longitud de la aguja de 25 mm. se basó, inicialmente, en el conocimiento previo de la anatomía de la región ventral del carpo y los diferentes

niveles de profundidad de las estructuras situadas en esta región. Los resultados obtenidos en nuestro estudio ratificaron el acierto en la elección de esta longitud de aguja, ya que fue suficiente para poder alcanzar el LTC como estructura más profunda.

Se desestimó la utilización de agujas más largas, además de por el riesgo de sobrepasar con mayor frecuencia el LTC, por la dificultad que podrían presentar para su manipulación. Como ha quedado demostrado, no es necesario utilizar agujas más largas de 25 mm. para profundizar más. Si se utiliza una aguja de mayor longitud, una parte considerable del cuerpo de la misma quedará fuera del tejido del paciente, provocando que se doble y se curve al manipularla, dificultando el direccionarla de una forma correcta. Además, la flexión o curvatura de la aguja también dificultaría la sensación de “palpación” de los diferentes tejidos que va alcanzando y/ o atravesando, en base al fenómeno conocido como de “varilla” (29), según el cual la aguja se convierte, en manos expertas, en una herramienta palpatoria.

En cuanto al grosor, las agujas utilizadas en nuestro estudio para la aplicación del modelo de PSTC fueron de 0,30 mm. de diámetro. Este grosor se adapta a las evidencias aportadas previamente respecto a que agujas finas favorecen y facilitan el fenómeno del “*needle grasp*”. Se ha comprobado (74) que en agujas con un diámetro de sección superior a 1 mm. el tejido sigue inicialmente a la aguja en su rotación durante menos de 90 grados pero luego se libera de ella, sin adherirse a sí mismo e iniciar el enrollamiento fascial.

Dado que el modelo de PSTC busca actuar sobre estructura/s diana que se componen de un alto contenido de tejido conjuntivo-fascial, se creyó conveniente la utilización de agujas que no fuesen las específicamente diseñadas para la PS. Como ya se ha explicado en el apartado de *Introducción* de este trabajo, correspondiente al “*tipo de agujas utilizadas en PS*”, éstas reciben un tratamiento de pulido extra para facilitar su deslizamiento y disminuir la fricción con los tejidos en los que penetra, facilitando el tratamiento por “entradas y salidas rápidas” de los PGM. Pero esta misma ventaja en el tratamiento de los PGM se convierte en un inconveniente para el “agarre” y acoplamiento inicial del tejido conjuntivo-fascial al realizar el movimiento de rotación unidireccional, definitorio de la TEF utilizada en nuestro estudio. Tal y como se desprende de los estudios realizados acerca del fenómeno del “agarre de la

aguja” (71–76), las agujas más rugosas y menos pulidas facilitan el agarre y acoplamiento inicial del tejido conjuntivo al cuerpo de la aguja. En este sentido, y en base a la mayor rugosidad del cuerpo de las agujas del tipo chino, resulta evidente la conveniencia de la elección de este tipo de agujas en nuestro estudio.

Señalar que actualmente existen en el mercado agujas específicamente diseñadas para favorecer el agarre de la aguja en el tejido conjuntivo de la fascia (véase apartado “1.1.4. Tipos de aguja utilizadas en punción seca”). Obviamente la utilización de éstas podría encajar en el objetivo marcado en el modelo de PSTC con TEF. Pero faltarían datos experimentales para reforzar la recomendación de este tipo de aguja en el caso de la PSTC de forma concreta.

Como conclusión respecto a la elección del tipo de aguja en nuestro estudio, resaltar que los resultados obtenidos en cuanto al alcance y acción sobre el LTC refuerzan la utilización de las agujas del tipo chino (o clásica) con mango de plata y tubo guía, de medida 25 x 0,30 mm., por las ventajas expuestas que nos proporcionan sus diferentes características.

La utilización terapéutica de la aguja, así como la forma de manipularla, no es de ámbito exclusivo de la PS. De hecho, en base a esta similitud y coincidencia se puede caer en el error de asemejar el modelo de PSTC con la Acupuntura, aunque ésta hace una lectura de la patología en general, y del STC en particular, muy diferente a la de la Fisioterapia y Medicina que podemos llamar como “occidental”, tanto en aspectos etiológicos, como diagnósticos y de enfoque terapéutico.

Como se ha descrito en el apartado “1.2.7.2.2. Tratamiento de Fisioterapia” de este trabajo, los puntos utilizados con mayor frecuencia en Acupuntura para tratar el STC no coinciden con los descritos en el modelo de PSTC. La mayoría de estos puntos de acupuntura se sitúan principalmente en zonas cercanas a estructuras nerviosas, sobretodo, aunque no exclusivamente, del NM. Las regiones donde se localizan estos puntos no sólo se sitúan en la muñeca, si no también en la mano y el antebrazo, siguiendo a los meridianos correspondientes (Figura 59, Figura 60 y Figura 61). Parece que con ello se busque un efecto más general de tipo reflejo nervioso, en

comparación a la acción de la PSTC, mucho más local y de acción sobre las estructuras y tejidos conjuntivo-fasciales del TC.

7.1.1. Población de estudio.

El diseño del estudio intentó promover que la muestra fuese variada y cubriese en unos márgenes amplios las diferentes variables respecto a las características socio-demográficas y antropométricas de la población de estudio. De esta forma se aseguró que el modelo de PSTC propuesto fuese testado en individuos de diferentes características.

Se probó la PSTC con TEF (Tabla 1) tanto en hombres como mujeres, siendo algo mayor el porcentaje de estas últimas; las manos de estudio se repartieron por igual entre la derecha y la izquierda; la edad de los sujetos fue desde los 36 a los 54 años, con un resultado medio de 43,4 años con un IC95% (38,5-48,4); el IMC osciló entre valores mínimo y máximo de 20,71 y 34,72 respectivamente, con una media de 26,7 con un IC95% (22,5-30,1); y, por último, el perímetro de muñeca también fue variado, situándose entre los 14 y 19 cm., con una media de 16,0 cm. con un IC95% (14,6-17,4).

Por otro lado, planteada la posibilidad de aplicar el modelo propuesto de PSTC con TEF en pacientes aquejados de STC, otro aspecto de interés fue asegurar que se haya probado en la población tipo y representativa de este cuadro clínico. Los datos de la literatura (109,111,287) nos dibujan un paciente tipo mujer, con una edad comprendida entre los 45 y 54 años, y con obesidad ($IMC \geq 30$). Como se puede comprobar en los resultados obtenidos en el estudio, anteriormente citados, esta tipología de paciente se encontró representado dentro de los márgenes de la población del estudio, por lo que podemos considerar que también se cumplió con este objetivo.

7.1.2. Alcance y acción de las agujas sobre el ligamento transverso del carpo.

Los porcentajes de contacto y estiramiento visible ecográficamente del LTC obtenidos en este estudio fueron muy elevados en el global de los cuatro tipos de abordaje (93,1% y 80,6% respectivamente) (Tabla 2). Tres de estos abordajes (P-R, P-C y D-R) comparten porcentajes en estas dos variables (94,4% para el contacto y 83,3% para el estiramiento visible), mientras que en el caso de la aguja D-C los porcentajes disminuyen ligeramente (88,9% para el contacto y 72,2% para el estiramiento visible).

Estos datos plantean la posibilidad de que la PS con TEF podría ser de utilidad en el tratamiento del STC. Se ha demostrado mediante valoración ecográfica que la PS con TEF aplicada en el TC siguiendo el modelo de abordaje PSTC puede llegar a alcanzar y actuar sobre el LTC, produciendo su estiramiento. Este estiramiento puede conseguir una relajación de la tensión y flexibilidad del mismo LTC. Tal y como se desprende de los principales factores causales del STC, expuestos y desarrollados en el apartado “1.2.4. Etiopatogenia del STC”, la relajación del LTC podría facilitar su adaptabilidad en forma de un mayor abombamiento para intentar aumentar el volumen del TC y disminuir el exceso de presión existente en su interior (112,147,153). De este modo se conseguiría disminuir también la compresión sobre el NM, responsable final de la clínica de alteración sensitiva y motora en estos pacientes. Los posibles mecanismos de acción de la PS con TEF que intervengan de forma favorable sobre la etiopatogenia del STC y, por tanto, la aplicabilidad clínica del modelo de PSTC en estos pacientes, se abordó posteriormente en la segunda fase de este trabajo.

En el sentido de esta nueva línea abierta, desde un aspecto clínico se recomendaría, para el tratamiento del STC, la colocación conjunta de las cuatro agujas expuestas en el modelo de PSTC, de la forma descrita individualmente en cada una de ellas. Una vez colocadas todas las agujas se finalizaría la intervención con la TEF, añadiendo una tracción sobre cada una de las agujas sin perder la rotación y, por tanto, el agarre del tejido conjuntivo-fascial en las mismas. Esta tracción se realizaría de forma simultánea en cada par de agujas opuestas; es decir, la P-R con la D-C y la P-C

con la D-R. Pensamos que este procedimiento conduciría a que el agarre, y consecuente tracción-estiramiento sobre el LTC, pueda ser más potente y efectivo.

Como ya se ha expuesto, los resultados en cuanto al alcance y acción de estiramiento del LTC para cada una de las agujas es muy alto. Por lo que es lógico pensar que la acción conjunta de todas ellas comporte una acción aún mayor sobre el LTC. Incluso en el caso de que alguna de las agujas no llegara a contactar con el ligamento, el fenómeno de *mecanotransducción*, descrito y estudiado por diferentes investigadores (72,76,98–103), posibilitaría el estiramiento y acción sobre el mismo desde las otras agujas que sí lo alcanzan. Según estos estudios, el estímulo mecánico de tracción-estiramiento provocado por el enrollamiento del tejido conjuntivo alrededor de la aguja al manipularla con la TEF se puede transmitir a distancia siguiendo la red del mismo tejido conjuntivo, llegando así a provocar cambios en este tejido tanto de forma local como a distancia.

Creemos que, seguramente, la PS con TEF en el TC, siguiendo el modelo de PSTC, resulta más efectiva en cuanto a estirar y relajar el LTC cuando las agujas consiguen contactar con el mismo. Pero actualmente no se dispone de la suficiente información para poder afirmarlo con rotundidad. Se deberían realizar estudios futuros que determinen la efectividad en el caso de alcanzar o no el LTC. Incluso cabe la posibilidad de que a igual efectividad, fuese aconsejable no intentar alcanzar el ligamento, ya que se disminuirían los posibles riesgos asociados.

En base a todo lo expuesto, creemos justificado el desarrollo de futuras investigaciones donde se estudie el efecto de la aplicación de PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, en pacientes con STC. El objetivo de estos estudios será valorar su eficacia clínica en este tipo de patología.

7.1.3. Riesgos asociados y/ o efectos no deseados.

En referencia a los posibles riesgos asociados a la técnica PSTC evaluada en el contexto de este primer estudio, se contemplaron de forma principal aquellos en los que las agujas introducidas pudieran afectar a las estructuras más lábiles de la región del TC. Resultó necesario entonces que centráramos la atención en el NM, puesto que

además de la naturaleza vulnerable del tejido neural por sí mismo, se trata de la estructura principalmente afectada y alterada en el cuadro clínico del STC, lo que la convierte a su vez potencialmente en la más irritable.

El TC se caracteriza por constituir una estructura cerrada que, en el caso del STC, sufre un aumento de su presión interna respecto a una situación fisiológica normal (167). Por ello, una posible lesión por la perforación de la aguja en la arteria cubital podría provocar un hematoma que aumentase aún más esta presión en el interior del TC, agravando la compresión del NM.

En consecuencia, con el objetivo de controlar los posibles riesgos asociados a la intervención en nuestro estudio, se registraron los datos de las distancias a las que quedaban las puntas de las agujas colocadas respecto al NM y la arteria cubital. En referencia a esta arteria, se ha de tener en cuenta que se sitúa más próxima al centro del TC que el NC, otra estructura potencialmente lábil y contigua a la arteria cubital. En el modelo de abordaje de la PSTC las agujas siguen una dirección oblicua que, en el caso de la D-C, es de cubital a radial, de caudal a craneal y de ventral a dorsal. De forma teórica y basado en la Anatomía, el modelo se diseñó adoptando esta dirección oblicua de la aguja D-C con la intención de evitar que contactase con cualquiera de estas dos estructuras que forman el contenido del canal de Guyon. Una vez sobrepasadas por la aguja, situada en un plano más superficial, la punta de ésta quedará siempre más cercana a la arteria que al NC. Es por ello que sólo se tomaron las distancias respecto a la arteria cubital, dando por hecho que el NC siempre queda más alejado respecto a la punta de la aguja de lo que lo hace la arteria cubital.

Los resultados de las mediciones de las distancias donde queda la punta de la aguja respecto al NM y la arteria cubital (Tabla 2) nos proporcionan, de media, un margen de seguridad suficiente para los cuatro tipos de abordaje (P-R, P-C, D-R y D-C). De los 8 casos en los que se sobrepasó el LTC, en 4 se llegó a contactar el epineuro del NM con la punta de la aguja, produciéndose una sensación leve de parestesia únicamente en 1 caso. Sólo en 1 de las 72 agujas (en este caso con un abordaje P-C) se observó, al realizar el estudio ecográfico, que se había contactado con la arteria cubital. Se rectificó la dirección de la aguja, sin producirse hematoma ni dolor post-punción.

En 8 de las 72 agujas (11,1%) se sobrepasó el LTC. Debe destacarse que 6 de estos 8 casos se dieron en un mismo sujeto. Una reflexión sobre este hecho nos conduce a pensar que podría estar causado por la circunstancia y percepción de que este individuo tuviera una alta densidad y muy baja elasticidad de su tejido conjuntivo. De la misma forma que esta circunstancia dificulta la diferenciación de tejidos en la imagen ecogénica, también podría dificultar la sensibilidad del clínico durante la introducción de la aguja de PS, haciendo más difícil el diferenciar el cambio de tensión al llegar al LTC. Todo esto favorecería el sobrepasarlo con mayor frecuencia. Para el total de las 72 agujas existe un riesgo mayor de sobrepasar el LTC en las agujas cubitales (22,2% para la P-C y 11,1% para la D-C) que en las radiales (5.6% para las P-R y D-R), no siendo estos datos contrastados en la literatura por falta de más estudios en este sentido.

La naturaleza invasiva de la técnica-intervención se asocia, inevitablemente, a una sensación dolorosa. Puesto que esta técnica, siguiendo el modelo original propuesto, no se había experimentado y estudiado previamente, se hizo necesaria la medición del nivel de intensidad de dolor que produjeron la introducción y manipulación de cada una de las agujas.

Las mediciones con NPRE inmediatamente posterior a la extracción de las agujas indicaron que la PS con TEF en el TC produjo un nivel leve de intensidad de dolor, siendo casi nulo al transcurrir 10 minutos e inexistente una semana después (Tabla 3). Estas mediciones se realizaron de forma individual colocando sólo una de las cuatro agujas propuestas en el modelo de abordaje de PSTC. De nuestra experiencia clínica se desprende que al colocar las cuatro agujas y realizar la TEF de forma simultánea sobre todas ellas el nivel de dolor final puede aumentar, sin haberse cuantificado de forma exacta en qué grado en el momento de realizar este primer estudio de validación.

Por último, en los casos en los que se produjo sangrado superficial durante la técnica (8,3%), éste fue mínimo. Por ello, se puede afirmar que la PS con TEF en el TC, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, es una técnica segura en lo referente a la posibilidad de provocar hematomas de importancia.

7.2. EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

7.2.1. Población de estudio.

Las características basales de la muestra incluida en el estudio (Tablas Tabla 4 y Tabla 5) muestran como ésta incluye a la población representativa de pacientes con STC, descrita previamente en diferentes estudios (109,111,287). El paciente tipo con STC es mujer, con una edad comprendida entre los 45 y 54 años, y con obesidad ($IMC \geq 30$). La población de nuestro estudio se situó muy próxima a los valores de estas características, siendo la mayoría de los pacientes mujeres, en un 79%, con una edad media de 55,6 años ($DE=11,6$), y con una media del IMC de 29,3 ($DE =6,65$). Se puede decir, por tanto, que la muestra reclutada en el estudio es muy similar, en cuanto a las características sociodemográficas y antropométricas, de la población descrita en bibliografía previa como habitual en pacientes afectados de STC.

Los valores de los grupos control e intervención se mostraron similares en la mayoría de las variables contempladas como características basales de la muestra (Tablas Tabla 4 y Tabla 5).

Sólo se vio una diferencia significativa entre grupos (p -valor $<0,05$) en variables. En primer lugar, la media del IMC (p -valor= $0,036$) fue ligeramente para el grupo control respecto al intervención, con valores de 31,0 ($DE=7,75$) y ($DE=5,07$) respectivamente (

Tabla 4). En cambio, con una p -valor= $0,104$ no significativa, los grupos fueron comparables respecto a los porcentajes de la distribución de los pacientes según los subgrupos (normal/ sobrepeso/ obesidad). A este respecto, destacar que la influencia de la obesidad en el desarrollo de diabetes, a la vez que la influencia de ésta en el STC, se minimizó al excluir del estudio a pacientes con neuropatía de tipo diabético. Además, y como se verá mas adelante en el análisis de la variable principal del estudio,

se ajustó el modelo por el perfil del paciente, sin un resultado significativo que indicase que el IMC actuara como factor de modificación del efecto.

Por otro lado, la media del perímetro de la muñeca izquierda (p-valor=0,003) fue 1 cm. de media más amplio en el grupo control (Tabla 5). A este respecto, destacar que los resultados obtenidos en nuestro primer estudio de validación mediante ecografía de esta técnica-intervención (283) mostraron como las agujas utilizadas (iguales a las aplicadas en este segundo estudio-ECA) alcanzaban y actuaban sobre el LTC en pacientes con perímetros de muñeca de este diámetro (véase Tabla 1). Por ello, se considera que esta diferencia no es relevante desde el punto de vista técnico-clínico.

Si comparamos la distribución de la muestra en función del nivel de afectación del NM, se observa que no existió una diferencia significativa entre las diferentes categorías y subgrupos establecidos según los resultados obtenidos en las EMG.

Entre las características descriptivas basales de la muestra se recogieron, además de aquellas que la pueden definir como población representativa de los pacientes con STC, otras que se consideró que pudieran actuar como posible factor de modificación del efecto en la variable principal del estudio. Como se ve reflejado en la Tabla 9, al ajustar diferentes análisis estadísticos de la comparación entre grupos por diferentes variables que pudieran provocar esta modificación de efecto, la diferencia entre grupos continuó siendo significativa, sin mostrarse significativo el resultado en cualquiera de las otras variables introducidas. Por lo que se puede afirmar que las variables edad, sexo, IMC, nivel de afectación del NM según EMG, presencia de dolor cervical, toma de medicación y el uso de férula nocturna no influyeron en el resultado de la variable principal del estudio.

Tal y como se describe en el apartado “6.2.1. Descripción de la muestra”, del total de 62 sujetos incluidos en el estudio, 24 (el 38,7% del total de la muestra) presentaron STC de forma bilateral. Con el objetivo de ajustar los resultados a esta circunstancia y minimizar el posible efecto de bilateralidad en algunos de los pacientes incluidos, se aplicaron correcciones en los análisis estadísticos de las diferentes variables. De este modo, para la variable principal *necesidad de cirugía*, así como para todas las variables englobadas dentro del grupo de la *exploración física* se realizó una

corrección de los errores estándar mediante la matriz de varianzas-covarianzas con cluster de paciente. En el caso del resto de variables se realizaron modelos en los que se añadió al paciente como factor aleatorio.

7.2.2. Necesidad de cirugía y variables clínicas.

El resultado obtenido en la variable principal de nuestro estudio, la *necesidad de cirugía* por liberación del TC, aportó un importante efecto protector de la técnica estudiada, para el grupo intervención. Aquellos pacientes a los que se les aplicó el tratamiento de PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje PSTC redujeron el riesgo de necesitar cirugía a las 12 semanas en un 62% en relación al grupo control (Tabla 9).

La explicación a este resultado radica en la mejoría de la clínica y funcionalidad de la mano que presentaron los pacientes tratados con PS. El uso como criterio principal de la afectación clínica para la indicación de cirugía en el STC es el más aceptado dentro de la comunidad de cirujanos de la mano, utilizando el resultado de la EMG sólo como un refuerzo en esta indicación. En una encuesta realizada a una amplia muestra de estos especialistas (209), el 78% consideran la presencia de una historia clínica y exploración física típicas del STC como criterios únicos y suficientes para indicar la necesidad de practicar la cirugía. Este porcentaje aumenta al 89% si además existe un resultado positivo en un ECN o EMG. Incluso en resultados normales de EMG, si existe una resolución completa de la clínica tras una sola inyección de cortisona, el 59% de estos especialistas lo consideran criterio suficiente para recomendar la cirugía.

El resultado obtenido en nuestro estudio en cuanto a las variables de tipo clínico, como son la intensidad de dolor, parestesias, sensación de fuerza y nivel de funcionalidad en la mano, mostraron una mejoría notable en el grupo intervención. De forma comparativa respecto al grupo control, existió una mejoría más importante y estadísticamente significativa en los pacientes tratados con PS.

En cuanto a la *intensidad del dolor* que presentaron los pacientes, se decidió recoger esta información no sólo en el momento de la entrevista, si no también en otros dos que se consideraron relevantes. El dolor que refiere el paciente en el

momento de la entrevista (*"dolor justo ahora"*) es una información útil e importante pero no recoge información sobre otros momentos donde es muy frecuente que el STC provoque dolor, incluso de forma más intensa, como es el caso de la noche, al dormir. Por esta razón se recogieron los datos de la intensidad de dolor que refiere el paciente, como media, *"en las últimas 24 horas"*, donde también se incluye no solamente el día sino también la noche. En este mismo sentido, la intensidad de dolor que refiere el paciente, como media, *"en la última semana"* también aporta información durante un periodo de tiempo más largo, regulando los posibles altibajos de momentos puntuales.

La disminución del dolor para estos tres momentos, estableciendo el periodo del inicio al final del estudio, fue siempre mayor para el grupo intervención (véase Tabla 37), siendo esta diferencia estadísticamente significativa para el *"dolor justo ahora"*, y quedando muy cerca de la significación para el dolor *"en las últimas 24 horas"* y *"en la última semana"*. Si diferenciamos este resultado según dos periodos, se observa que de la semana 0 a la 6, momento en que se finaliza el tratamiento de PS, el dolor disminuyó de una forma más intensa a favor del grupo intervención. De la semana 6 a la 12 siguió existiendo, aunque en menor medida, una mejora para el grupo intervención, mientras que en el control el nivel de intensidad de dolor se mantuvo o incluso aumentó ligeramente.

También en este sentido, el CBSTC es una importante fuente de información de la situación clínica y funcional de los pacientes con STC. Recoge datos referentes a la sintomatología del dolor, de las parestesias, de la sensación de fuerza (en la ESS) y de la funcionalidad de la mano durante las actividades de la vida diaria (en la ESF) (216). Por lo que los resultados obtenidos en el presente estudio, con una mejora estadísticamente significativa para el grupo intervención en las puntuaciones de estas dos escalas del CBSTC (véase Tabla 42) también fue un claro reflejo de la mejora clínica y funcional que se dio en los pacientes tratados con PS.

Por último, otra variable que puede reflejar la situación clínica y funcional de los pacientes con STC es la fuerza que presentan en la mano. De forma subjetiva, a la pregunta en la anamnesis de las *exploraciones físicas* practicadas, en forma de la *"sensación de pérdida de fuerza de pinza en la mano"*, los pacientes que recibieron el tratamiento de PS manifestaron una mejora significativa respecto al grupo control, en

el periodo entre el inicio al final del estudio (véase Tabla 24). Esta sensación en los pacientes no llegó a evidenciarse de forma objetiva en los resultados obtenidos en las dinamometrías realizadas a lo largo del estudio, en las que, aunque se observó una mejora más importante para los pacientes del grupo intervención, esta diferencia no llegó a alcanzar valores estadísticamente significativos (véase Tabla 45 y Tabla 47).

Como ya se ha dicho, la mejora entre el inicio y final del estudio respecto a todas estas variables de tipo clínico y funcional fue mayor y significativa para el grupo intervención. Pero si diferenciamos este resultado en dos periodos, se observa que de la semana 0 a la 6, momento en que se finaliza el tratamiento de PS, la mejora fue más importante que en el periodo de seguimiento de la semana 6 a la 12. Puesto que este es el primer estudio donde se investiga el efecto de la PS en el STC, actualmente no se dispone de referencias previas que ayuden a determinar si el efecto de mejora clínica y funcional mostrado en los pacientes con STC leve o moderado y tratados con este modelo de PS, se da de forma más importante en este periodo a corto plazo, mientras se practica este tratamiento. Este punto puede ser elemento de análisis en futuras investigaciones.

En las diferentes variables estudiadas dentro del grupo de la *exploración física* también se recogieron aspectos clínicos como la presencia de dolor y parestesias, y tests de provocación y alivio del NM, que pueden reflejar el estado de irritación del NM. En éstas, se apreció una mejora en los pacientes tratados con PS, pero sin que esta diferencia presentase significación respecto al grupo control.

Podemos establecer diferentes hipótesis acerca de cuáles han sido los efectos y mecanismos de acción por los que la PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje de PSTC puede haber mejorado la clínica y funcionalidad de la mano, y por extensión la necesidad de cirugía, en los pacientes con STC incluidos en el estudio.

En primer lugar, es conocido el efecto mecánico de la PS respecto a la elastificación del tejido contuntivo-fascial (69). Tal y como se ha evidenciado en un nuestro primer estudio para la validación de la aplicación de la PS con TEF en el TC, las agujas colocadas siguiendo el modelo de PSTC llegan a alcanzar y actuar sobre el LTC (283). Por tanto, al manipularlas en forma de rotación unidireccional, tal y como

describe el modelo de TEF, provocarán la adherencia y enrollamiento del tejido de este ligamento alrededor de la aguja de PS, mediante el mecanismo conocido como “*needle grasp*” (71). Este “agarre” de la aguja sobre el tejido conjuntivo es lo suficientemente fuerte como para no soltarse al traccionar de la aguja, traccionando de este modo del tejido adherido (71). Como consecuencia de este proceso se estirarán las fibras de tejido conjuntivo-fascial del LTC desde los puntos de contacto de las agujas, cercanos a sus cuatro extremos insercionales. Este estiramiento del LTC, que fue visible ecográficamente en nuestro primer estudio (283), puede comportar la relajación del ligamento mediante el fenómeno de *mecanotransducción* (72,76,98–103), según el cual la tensión producida sobre el tejido conjuntivo adherido y traccionado al manipular la aguja con la TEF puede estimular a los fibrocitos localizados en su matriz extracelular, favoreciendo la producción de nuevo colágeno y su orientación, así como del resto de matriz extracelular, siguiendo la dirección de la fuerza aplicada. Se espera que en el caso concreto de la PS con TEF, siguiendo el modelo de PSTC, la fuerza ejercida en los tejidos adheridos a la aguja tenga un componente de tracción en dirección longitudinal a las fibras del LTC, favoreciendo la reorganización del colágeno y matriz extracelular del mismo en esta dirección latero-medial. Como consecuencia de esta fuerza de tracción-estiramiento, de la remodelación de la matriz extracelular y de la producción de nuevo colágeno, podemos tener un efecto final de elastificación y flexibilización del LTC.

Volver a remarcar que, aunque la punta de la aguja llegue a actuar de forma directa sobre el LTC, previamente ha atravesado otros tejidos blandos más superficiales, como la piel, el tejido adiposo subcutáneo y la musculatura tenar o hipotenar. La manipulación de la aguja con la TEF también provocará el agarre y la acción en forma de tracción de estos tejidos, en este caso mediante su adherencia a una porción más superficial del cuerpo de la aguja. De igual forma que se ha explicado para el LTC, la tracción de estos tejidos suprayacentes puede comportar una acción directa de elastificación de los mismos, además de potenciar, de forma indirecta, la tracción y elastificación del propio ligamento, mediante los efectos de *tensegridad* (103,288–290) y *mecanotransducción* (72,76,98–103). Algunos estudios (123) plantean como causa de la hipertrofia y rigidez del LTC la contracción repetida de la musculatura

que se inserta directamente sobre el mismo. En este sentido, el abordaje de PSTC, al atravesar inevitablemente fibras de esta musculatura, puede ejercer una acción directa de relajación de su tono muscular (*véase apartado "1.1.3.1.2. Acción de la punción seca sobre los punto gatillo miofasciales"*), ayudando a mejorar este elemento etiopatogénico.

Una de las causas principales descritas en la etiopatogenia del STC es la compresión del NM por un aumento de la presión intratúnel (167). Es en este elemento causal donde la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC podría actuar de forma importante para mejorar este cuadro patológico. Si, tal y como hemos planteado, esta técnica puede conseguir estirar y flexibilizar el LTC, así como otros tejidos más superficiales, se facilitará su capacidad para abombarse y, por tanto, aumentar el volumen interno del TC o, lo que es lo mismo, disminuir la presión intratúnel y descomprimir el NM.

Existen técnicas descritas en el ámbito de la PS que buscan la elastificación del tejido conjuntivo mediante procedimientos similares a los que se acaban de describir para la TEF y el modelo de PSTC, como es el caso de las técnicas de PS de liberación del tejido conjuntivo para el tratamiento de las cicatrices (40,88,89). Se ha evidenciado un efecto de analgesia y desensibilización, así como de aumento en la flexibilidad del tejido tratado con este tipo de técnicas (89). De esta forma, es lógico pensar que la similitud en el procedimiento técnico y la coincidencia en el tipo de tejido tratado también comporten otra similitud en los resultados terapéuticos derivados de la aplicación de PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC.

Este razonamiento mecánico simple es el que ha promovido la cirugía clásica del STC, donde se secciona el LTC con el objetivo de aumentar el volumen y disminuir la presión intratúnel. La corrección de este único factor causal mediante la cirugía aporta buenos resultados, con un porcentaje de éxito que oscila entre el 70-98% (228). La magnitud del efecto mecánico de abombamiento conseguido por la cirugía en el STC, observado en el 90% de los pacientes intervenidos (120), es probable que sea mayor para la cirugía en comparación a la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC. En la intervención quirúrgica se secciona y separan directamente los bordes del LTC, lo

que permite aumentar el volumen intratúnel en valores aproximados del 33% (116). Se ha estimado que como resultado de la suma de los diferentes efectos producidos por la cirugía por liberación del TC, la capacidad adaptativa del arco carpiano aumenta x9 veces (230). En el ECA desarrollado para esta tesis no se planteó como objetivo el analizar y cuantificar el alcance de este probable efecto mecánico de la PS en cuanto a la distensión del LTC y abombamiento de la sección transversal del TC. A falta de esta información, y teniendo presente la acción directa y radical de la cirugía sobre el LTC, es lógico pensar que los efectos en este sentido sean mayores para la cirugía. Aún así, señalar que en el seguimiento de los pacientes intervenidos, a partir de los 8 meses post-intervención se observa que los cambios en el AAC se igualan en relación a los valores pre-intervención (120).

En busca de este mismo objetivo de aumentar la capacidad de flexibilidad y estiramiento del LTC para disminuir la presión intratúnel, existen otras posibilidades de tratamiento del STC de forma conservadora, como la terapia manual osteopática. Sucher (157,244), con la aplicación de su técnica manual de elastificación del LTC, además de evidenciar la elongación del ligamento, aportó resultados de mejora clínica y electromiográfica en pacientes con STC.

De forma genérica, también se han planteado otros efectos para la aplicación de la PS en el tejido conjuntivo, como son una vasodilatación local, con el consiguiente aumento del flujo sanguíneo, y otro efecto de tipo antiinflamatorio (69). La posibilidad de conseguir estos efectos mediante la aplicación de la PS con TEF en el STC, siguiendo el modelo de PSTC, podrían favorecer la acción sobre el TCSS, otra de las estructuras implicadas con más frecuencia en la etiopatogenia de esta patología (127,161,169). La compresión mecánica, y consiguiente isquemia, del NM no sólo se produce por el aumento de la presión intratúnel de forma global, si no también por el aumento de la presión del nervio de forma directa por el TCSS que lo rodea y que, en pacientes con STC, se encuentra frecuentemente en una situación de edema y fibrosis crónica (121). Sobre esta estructura, la PS con TEF siguiendo el modelo de abordaje PSTC podría actuar beneficiosamente de diferentes formas. Por un lado, la PS podría actuar sobre el TCSS de forma indirecta, disminuyendo la tensión de este tejido mediante los

efectos de *mecanotransducción* y *tensegridad* provocados por la transmisión de la fuerza de tracción ejercida por las agujas en los tejidos suprayacentes, sobretudo en el LTC con el que este TCSS y el NM contactan directamente. De esta forma, la mejora de la flexibilidad del TCSS puede mejorar su situación de fibrosis en el STC. Por otro lado, los efectos antiinflamatorio y de aumento del flujo sanguíneo por vasodilatación local pueden mejorar el metabolismo local y la situación de edema y fibrosis crónica del TCSS, con lo que también repercutirá en la disminución de la compresión directa de este tejido sobre el NM.

Este efecto de mejora en el flujo sanguíneo local, con el consiguiente drenaje circulatorio y aumento del metabolismo en la zona, también ha sido planteado para otras técnicas de Fisioterapia, como el masaje local, además de otros de tipo mecánico como el de mejora de la elasticidad del LTC y tejidos circundantes, y disminución del tono muscular (259,260,264,265).

En la línea de las técnicas de Fisioterapia conocidas como neurodinámicas, otro factor importante para el tratamiento del STC es la mejora de la capacidad de deslizamiento del NM intratúnel (127,162,163). Además de conseguir una disminución de la presión intratúnel, el propio abombamiento del LTC favorecido por la PS con TEF, siguiendo el modelo de PSTC, puede hacer que el NM se encuentre en una situación menos comprometida para poder realizar los movimientos de deslizamiento longitudinal y desplazamiento transversal en el TC, necesarios para una buena fisiología durante los movimientos de la muñeca y mano. En este sentido, la mejora del estado del TCSS puede ser clave. La mejora de su estado de fibrosis crónica favorecería la capacidad fisiológica del desplazamiento a dorsal del NM en un plano transversal durante los movimientos de la muñeca y dedos, liberándolo de la compresión entre la cara posterior del LTC y los tendones del FSD que se da en la situación del STC. Esta mejora del TCSS también podría facilitar la capacidad de deslizamiento longitudinal del NM durante los movimientos, no sólo de la muñeca y dedos, sino también del resto de segmentos de la extremidad superior. Esto supondría una menor tensión del NM en una dirección longitudinal, disminuyendo por tanto su sufrimiento y compromiso mecánico-isquémico.

Otro efecto destacable que se ha atribuido a la PS de forma genérica, y que se ha evidenciado de forma concreta con los resultados obtenidos en nuestro estudio al aplicarla según los modelos de TEF y PSTC, es respecto a la mejora del dolor (51–53). Es lógico que la mejora en la situación de sufrimiento isquémico del NM por la compresión mecánica en el STC, planteada anteriormente como posible beneficio de la PS con TEF, tenga una traducción clínica por este factor en sí mismo en la mejora en la clínica sensitiva de nuestros pacientes con STC, entre ésta el dolor. Pero además de esta mejora indirecta en el dolor mediante un efecto de tipo mecánico-compresivo, la PS también nos puede proporcionar este efecto antiálgico mediante la “*analgesia por hiperestimulación*” (93–96). El tejido conjuntivo de las diferentes estructuras implicadas en la etiopatogenia del STC puede contener un número elevado de nociceptores sensibilizados. La PS aplicada en el STC según el modelo y forma propuesta en este trabajo de tesis doctoral puede estimular a estos nociceptores de una forma mecánica, enviando impulsos al asta posterior de la médula espinal que activen el sistema inhibitorio descendente del dolor, favoreciendo romper el posible círculo vicioso de sensibilización dolorosa que se da en un cuadro de carácter crónico como el STC (92,97).

Al respecto de la técnica-intervención aplicada en el estudio, no se ha investigado la acción de cada una de las agujas por separado. Ante esta incógnita sólo podemos plantear hipótesis basadas en evidencias previas. En primer lugar, se conoce que la zona donde se atrapa el NM en el STC con más frecuencia es la parte distal del LTC, donde es menos flexible (152). Cuando se practica la cirugía por liberación del TC, se ha calculado que la distensibilidad del AAC aumenta x4.3 veces si la sección se realiza en la zona distal del LTC, y x1.5 veces si se secciona a nivel proximal (152). En base a esta información, se puede plantear la hipótesis de que las dos agujas más distales (la D-C y la D-R) de las cuatro que se aplican en la PSTC, podrían ser más importantes para conseguir un efecto de relajación del LTC en su zona más rígida. Aunque no debemos olvidar el resto de efectos potencialmente atribuibles a la PS con TEF en el STC, descritos anteriormente, en los que sí actuarían todas las agujas. En el

caso de necesitar despejar esta incógnita sería necesario plantear y desarrollar futuras investigaciones que apliquen el modelo de PSTC de forma parcial y diferenciada.

De forma similar, también se pueden plantear futuras investigaciones que ayuden a determinar si variantes en la forma de aplicación y manipulación de las agujas respecto al modelo descrito en este estudio, así como el tiempo en que se dejaron actuar, podrían potenciar los efectos y resultados conseguidos.

Ya se ha planteado y discutido en el apartado correspondiente al estudio de validación de este modelo de adordaje la posibilidad de manipular las agujas no sólo con el movimiento de rotación unidireccional, sino añadiéndole previamente unos giros bidireccionales, con el objetivo de aumentar la fuerza de “agarre” de las agujas. En lo que respecta al tiempo de aplicación, en el ECA desarrollado en la segunda fase de este trabajo se consideró oportuno dejar colocadas las agujas durante 10 minutos. En el contexto de la PS existe una gran variación tanto en el número de agujas aplicadas, como en la forma de manipularlas y el tiempo de aplicación. Estas variaciones dependen principalmente de la estructura diana y del objetivo del tratamiento. Una revisión bibliográfica reciente (291) a este respecto, subraya la importancia de estas variables en cuanto a la dosis de tratamiento final aplicada, por lo que se recomienda tenerlas en cuenta. Esta misma revisión recomienda estrategias de punción que incorporen múltiples agujas, dejándolas actuar en un periodo de tiempo de 20-30 minutos, en base a que este procedimiento parece provocar mecanismos de acción fisiológicos más importantes y asociados con la reducción del dolor y la discapacidad.

Además de los posibles efectos terapéuticos planteados para la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC, se podría contemplar la asociación de otras técnicas de Fisioterapia que ya han sido descritas previamente en la literatura para el tratamiento del STC, y que han evidenciado efecto terapéutico (véase apartado “1.2.7.2. *Tratamiento de Fisioterapia*”). Algunas de éstas también son de aplicación local en la muñeca y/ o mano, como la terapia manual osteopática, el masaje, la terapia por ondas de choque, el láser de bajo nivel, la fibrólisis diacutánea, o los ultrasonidos y otras técnicas de electroterapia. Aunque tanto variantes de estas mismas técnicas

como otras, sirva de ejemplo la neurodinámica y la acupuntura, también se aplican no sólo localmente en la muñeca y mano, si no también en otras regiones proximales de la extremidad superior e incluso columna cervical. La mayoría de estas últimas tienen como objetivo el tratamiento de estructuras anatómicas, también con un alto componente de tejido conjuntivo, que discurren cercana al trayecto del NM, desde su origen cervical hasta zonas distales de la extremidad superior. Al liberar el compromiso del tejido conjuntivo que rodea y conecta con el NM en zonas proximales, proclives a su atrapamiento, se mejora su funcionalidad y capacidad de deslizamiento (129). Además de mejorar de una forma más amplia el NM a lo largo de su trayecto, este tratamiento más global también podría amplificar otros efectos de características reflejas, como el antiálgico (291).

Se plantea como línea de futuras investigaciones el desarrollo de una terapia combinada de Fisioterapia para el STC que potencie los efectos terapéuticos de diferentes técnicas ya descritas y estudiadas de forma individual, entre ellas la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC propuesta en este trabajo. Con el objetivo de actuar sobre factores conocidos de la etiopatogenia del STC, y en la línea del tratamiento de PS ya explicado, se puede contemplar asociar el tratamiento de masaje y terapia manual osteopática para aumentar la distensibilidad y capacidad de adaptación del LTC. También sería lógico tratar las estructuras a lo largo de la extremidad superior donde el NM se encuentra comprometido con mayor frecuencia, llegando hasta la columna cervical, mediante técnicas tanto manuales como instrumentales, como puede ser el caso de la PS de PGM o la fibrólisis diacutánea. De este modo, en base a lo expuesto por la teoría del “*doble aplastamiento*” (170–173), también se puede actuar sobre otros posibles elementos favorecedores del STC. Una vez liberado el compromiso del NM de forma global, éste se encontraría en situación de mejorar también su movilidad y deslizamiento entre tejidos, pudiéndose potenciar mediante la aplicación de técnicas neurodinámicas. Un ejemplo similar de este planteamiento de combinación de técnicas de tratamiento manual y efectos es el trabajo de Fernández-de-las-Peñas (255), con un resultado de beneficio más importante incluso que la cirugía a corto plazo (1 mes) a favor del tratamiento manual, que se igualan a largo plazo (6 y 12 meses) con la cirugía.

Al hilo del beneficio planteado para una terapia combinada, cabe recordar que en el presente estudio los individuos del grupo control permanecieron dentro del transcurso normal de su estado, en lista de espera para cirugía del STC, sin recibir ningún tratamiento adicional al que normalmente recibirían en esta situación. Esta ausencia de un tratamiento conservador adicional en estos pacientes no respondió al diseño del estudio, si no que es el reflejo de la situación en la que se encuentran habitualmente los pacientes en lista de espera para cirugía. Precisamente este punto puede ser una cuestión de debate. Los resultados obtenidos en el presente estudio, tanto en la reducción de la necesidad de cirugía, como en la mejora clínica y funcional, refuerzan la opción de practicar un tratamiento conservador combinado en pacientes con STC leve o moderado, donde se incluya la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC, entre otras técnicas, antes de plantear como última opción el tratamiento quirúrgico.

7.2.3. Pruebas complementarias: electromiografía y ecografía.

Los estudios de EMG y ECO realizados al inicio y final del estudio no mostraron cambios significativos entre los grupos control e intervención.

Respecto a los resultados obtenidos en los EMG debe destacarse que, a pesar de no llegar a la significación estadística en las comparaciones de una forma cruda, sí que se vio una mejoría en los pacientes tratados con PS para todos los parámetros analizados, tanto en los SNAPs como en los CMAPs (véase Tabla 13). En este sentido, destacar que los resultados obtenidos en los diferentes parámetros electromiográficos son coherentes con la existencia de un atrapamiento del nervio mediano a nivel del carpo. El incremento de la velocidad de conducción de los SNAPs a nivel del carpo, la disminución de la duración del SNAP en el carpo, y la disminución de la latencia distal de los CMAPs, son todos datos que sugieren una mejoría de la desmielinización del NM a nivel del carpo (292), que es la principal alteración electromiográfica en el STC (284). En el presente estudio los valores para estas variables mejoraron de forma más importante en los pacientes tratados con PS, lo que nos sugiere un posible efecto beneficioso del tratamiento. En cambio, en parámetros que informan más específicamente del grado de lesión axonal del NM, como la amplitud de los CMAPs y

los SNAPs (292), los cambios mostrados entre los grupos fueron de menor magnitud. Esto es congruente con el tipo de pacientes incluidos en la muestra, con niveles de afectación leve o moderada en los que predomina una lesión desmielinizante, y al excluirse pacientes con afectación severa o, en los que ya existe una afectación axonal.

A falta de referencias previas en la literatura, dada la naturaleza original de la intervención practicada, en el presente estudio se estableció un plazo de tiempo de 12 semanas para el seguimiento de los pacientes según consenso con especialistas del área de Neurofisiología. Cabe plantearse la posibilidad de que la comparación entre grupos pudiera haber llegado a ser estadísticamente significativa, u objetivarse una mejoría mayor con un seguimiento durante un plazo de tiempo más amplio del que se realizó en el estudio. De la misma forma, si el tratamiento se hubiese aplicado durante un periodo de tiempo más largo es posible que se obtuviese un mejor resultado. Otra posibilidad sería plantear la combinación de la PS con otros tratamientos de tipo conservador, produciéndose un efecto sumatorio que aporte un mayor beneficio.

El análisis comparativo entre grupos de los cambios en los resultados respecto a los valores basales fue estadísticamente significativo en todos los parámetros analizados. Esto nos indica que existió una mejora más importante al final del estudio en los EMG para aquellos pacientes que inicialmente presentaban unos valores EMG de menor afectación del NM.

En el caso de la velocidad de conducción de los SNAPs a nivel distal, se objetivó una diferencia a favor del grupo de tratamiento, quedando cerca de la significación estadística ($p\text{-valor}=0,061$), cuando además de los valores basales se tuvo en cuenta el grupo (Tabla 15). Aunque este valor, a priori, no debería afectarse en el STC, este resultado puede traducir un cierto grado de degeneración axonal sensitiva en el grupo control, pero tan leve que no tuvo repercusión en la amplitud del SNAP. Un posible factor confusor para este parámetro es la temperatura (292), ya que puede disminuir también esta velocidad con una menor temperatura, y las partes acras tienen una menor temperatura al estar más expuestas. Es poco probable que este resultado sea causa de la temperatura, dado que se estudió a ambos grupos de pacientes de forma intercalada, en la misma franja horaria y en la misma sala, por lo que el efecto debería ser similar en ambos grupos, pese a lo cual no se puede descartar un efecto de la

temperatura ya que no se monitorizó la misma y no sabemos las posibles diferencias al realizar cada uno de los estudios.

De igual forma, a pesar de no llegar a la significación, sí se apreció una tendencia de cambio en la distribución de la muestra entre el inicio y final del estudio respecto a los niveles de afectación del NM. En el grupo intervención diversas muñecas mejoraron el nivel de afectación del NM, pasando de moderado a leve, o de leve a normal, mientras que en el grupo control la tendencia general fue hacia el empeoramiento (Figura 76 y Tabla 11). Este cambio en la distribución de la muestra pudo ser representativo de la mejora mostrada en los resultados de los EMG del grupo intervención, aunque en ambos casos no se pudo reflejar de una forma estadísticamente significativa.

Mientras los resultados de los EMG nos informan del estado funcional del NM desde el punto de vista neurofisiológico (206–208), los estudios de ECO nos aportan una información anátomo-estructural (179,208,210). En este segundo tipo de pruebas, tampoco se registraron cambios significativos entre grupos de forma cruda, por lo que se puede decir que no existieron cambios en el CSA del NM. O lo que es lo mismo, el NM no mostró cambios al final del estudio respecto a la posible reducción del edema neural que presentaba inicialmente.

A diferencia de los EMG, en el caso de los resultados ecográficos se vió una ligera mejora para el grupo control, que como ya se ha dicho no llegó a la significación, mientras que los pacientes tratados con PS permanecieron casi sin cambios entre el inicio y final del estudio (véase Tabla 34). Aunque el análisis comparativo respecto a los valores basales no resultó significativo en ninguno de los dos tipos de estudios ecográficos realizados, sí que se obtuvo significación tanto en la AT-M como en la MA-R cuando el análisis se ajustó por la interacción entre el grupo y estos valores basales. Dicho de otra forma, los pacientes del grupo control y un menor CSA del NM inicialmente obtuvieron mejores resultados respecto a disminuir el grosor del NM al final del estudio. En este sentido, no podemos explicar las causas de estos cambios, más allá de plantear la posibilidad de que en el grupo que no recibió tratamiento los pacientes presentasen un mayor grado de inflamación inicial y éste se hibiese resuelto

al no existir una posible agresión al nervio, que se podría traducir en una reducción del CSA del NM. En los pacientes tratados con PS, el periodo de tiempo transcurrido de 12 semanas, puede que no fuese suficiente para traducir en cambios anatómo-estructurales del NM la mejora clínica mostrada en la sintomatología y funcionalidad de la mano, o que tuviesen un menor grado de inflamación, pero con un grado de repercusión funcional similar (objetivado por EMG).

7.2.4. Riesgos asociados y/ o efectos no deseados de la intervención.

La naturaleza original de la técnica utilizada como intervención en este estudio hizo que la recogida de información acerca de los posibles efectos adversos o no deseados derivados de su aplicación cobrase especial importancia. Hasta el momento sólo se tenía, en este sentido, la información del estudio desarrollado en una primera fase para su validación técnica (283). En este estudio los sujetos de la muestra fueron voluntarios sanos, por lo que, a pesar de los buenos resultados obtenidos al respecto, se planteó la necesidad de su registro en pacientes con STC.

Los resultados obtenidos respecto a la aparición de efectos adversos o no deseados en este segundo estudio en pacientes con STC siguen la línea del estudio inicial de validación de la técnica, en cuanto a mostrarse seguro y sin efectos adversos de importancia.

No se recogió en este estudio ningún efecto adverso referente a lesiones estructurales derivadas de la acción iatrogénica tras la aplicación de la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC en pacientes con STC de afectación leve o moderada. Sólo se puede notificar la aparición de algunos efectos no deseados menores. Entre éstos, seguramente podemos mencionar como principal el dolor producido por la propia técnica. El dolor justo después de la colocación y manipulación de las agujas siguiendo las directrices de la TEF y modelo de abordaje de PSTC, y aún permaneciendo éstas insertadas (minuto 0), fue calificado por los propios pacientes de una intensidad moderada, pero pasó a considerarse leve en el momento justo después de su retirada. como 5 minutos después (a los 10 y 15 minutos, respectivamente, de haberse iniciado la técnica) (véase Tabla 49 y Figura 97).

El dolor provocado por la intervención no se continuó más allá de lo que se entiende como su propia aplicación en la mayoría de los pacientes. Siguiendo esta proporcionalidad directamente relacionada entre el dolor y las semanas de estudio, cuando se manifestó un dolor residual, éste fue mayor al inicio, alcanzando porcentajes mínimos hacia la mitad y final del estudio (Tabla 51). La duración de este dolor residual fue breve, sin sobrepasar, de media, las siguientes 30 horas a la aplicación de la intervención ni siquiera en fases iniciales del estudio.

La gran mayoría de los pacientes tratados con PS no manifestaron otros efectos no deseados. Cuando se manifestaron, no pasaron de parestesias, disestesias o hematomas superficiales.

A lo largo del estudio se observó una disminución de los valores de estas variables respecto a efectos no deseados conforme avanzaron las semanas (Tabla 51). Esta disminución parece indicar que pudiese haber un efecto de acomodación a la técnica por parte de los pacientes, de forma que la experimentación previa de la técnica produjera una minimización de su experiencia dolorosa y sensitiva. Otra posible explicación es que la mejora que se dio en los pacientes del grupo intervención conforme avanzaron las semanas y sesiones de tratamiento con PS influyese en una menor incidencia e intensidad de los efectos no deseados.

Destacar que en la recogida de la información de estas variables en las semanas 8 y 12, a las 2 y 6 semanas respectivamente de la finalización de la última sesión de tratamiento de PS, no se registró ningún efecto adverso o no deseado. Este hecho nos informa de que la producción de los posibles efectos no deseados, en la forma que se acaba de describir, sólo se enmarca en la temporalidad de la aplicación de la intervención, sin perpetuarse en el tiempo de forma residual.

En relación a la aparición de efectos adversos o no deseados, la comparación entre la cirugía y la PS se hace muy evidente. La asociación de la cirugía en el STC con algunos efectos adversos y no deseados es bien conocida (120,128,152) (véase apartado "1.2.7.1.3. *Complicaciones de la cirugía por liberación del túnel carpiano*"). Por el contrario, la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC se ha mostrado segura y sin presentar efectos no deseados de importancia en estos pacientes. En la línea de la

recomendación genérica ya aceptada del tratamiento conservador como de primera instancia en los pacientes con STC de afectación leve o moderada (110,222,223), se puede sopesar entre éstos la elección de la PS con TEF, en base a los buenos resultados clínicos y baja iatrogenidad presentada.

8 *LIMITACIONES*

8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

8.1. LIMITACIONES DE LA PRIMERA FASE: VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARIPIANA”.

Con el fin de realizar de una forma cómoda y correcta el estudio ecográfico desde un punto de vista técnico, en este estudio de validación se aplicaron las agujas de forma aislada e individual, sin coincidir más de una a la vez. La experiencia clínica en la aplicación conjunta de las cuatro agujas en la PSTC nos hizo creer que probablemente el nivel de intensidad de dolor fuese mayor que los obtenidos en este primer estudio. Este aspecto podría suponer una limitación en este primer estudio, por lo que la valoración del nivel de dolor producido por la manipulación y acción conjunta de estas cuatro agujas se contempló como una de las variables a estudiar cuando desarrollamos la segunda fase del presente trabajo de tesis doctoral.

Por otro lado, destacar que, dado que el objetivo de este primer estudio fue la validación del alcance y acción de las agujas colocadas, la población de estudio se compuso por sujetos sanos. Al aplicar la intervención en pacientes con STC en un segundo estudio, se esperaba confirmar los datos obtenidos inicialmente en sujetos sanos, respecto a la baja incidencia en la aparición de efectos adversos o no deseados tras la aplicación de la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC.

Cabe destacar que las necesidades surgidas de este primer estudio, expuestas anteriormente como mínimas limitaciones, se resolvieron al contemplarlas en el diseño y desarrollo del segundo estudio de este trabajo de tesis. En este ECA se aplicaron de forma conjunta las cuatro agujas descritas en la PSTC, sobre una muestra de pacientes con STC de nivel leve o moderado.

8.2. LIMITACIONES DE LA SEGUNDA FASE: EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

La naturaleza invasiva de la PS dificulta el cegamiento de los pacientes respecto a la técnica-intervención. De hecho, esta dificultad y el debate sobre si se puede conseguir un cegamiento real con las agujas de PS o más bien se trata de un tratamiento “simulado” ha sido un tema ampliamente tratado en la literatura previa (293–295). Aunque en la actualidad existan modelos de aguja diseñadas como placebo (296–299), la dificultad añadida en el presente estudio para cegar a los pacientes en cuanto a la visión de la zona de la muñeca a tratar hicieron que el diseño del mismo no cumpliera con el doble ciego, en referencia al cegamiento de los pacientes de la técnica-intervención. Es por ello que no puede descartarse la posibilidad de sesgo por efecto placebo en los resultados obtenidos en el presente estudio. A este respecto, sería interesante diseñar futuras investigaciones sobre la eficacia de la PS con TEF siguiendo el modelo de PSTC donde se utilicen agujas placebo en los pacientes incluidos en el grupo control.

Por otro lado, el periodo de seguimiento del estudio fue de 12 semanas, esperando que fuese suficiente para mostrar cambios tanto de tipo clínico como en las pruebas complementarias practicadas. Sólo se obtuvieron cambios significativos respecto a los primeros, traducidos en una importante reducción de la “*necesidad de cirugía*”. Un seguimiento más amplio de estos pacientes podría reportar mayor información. Por un lado, se podría contrastar si los beneficios clínicos obtenidos se mantienen o no en el tiempo, y si se continúa considerando como no necesaria la cirugía. Además, según lo comentado en el apartado de discusión, cabe la posibilidad de que se necesite un plazo de tiempo mayor a las 12 semanas para poder objetivarse los cambios clínicos en forma de cambios significativos en las pruebas complementarias que fueron practicadas.

9 *CONCLUSIONES*

9. CONCLUSIONES.

9.1. VALIDACIÓN DEL MODELO DE ABORDAJE “PUNCIÓN SECA TETRAPOLAR CARPIANA”.

- 1) La PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, es válida para alcanzar y traccionar el LTC.
- 2) La PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, se muestra segura en cuanto a no lesionar el NM y/ o la arteria cubital.
- 3) El nivel de dolor y/ o sangrado superficial producido por la PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, es muy leve y sólo en el momento de la realización de la técnica, sin provocar molestias dolorosas ni hematomas residuales con posterioridad.

9.2. EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL, EN LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CIRUGÍA, EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.

- 4) La aplicación de PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, en pacientes con STC de carácter leve o moderado según EMG, actúa como factor protector respecto a la necesidad de cirugía a las 12 semanas, disminuyendo el porcentaje de cirugía a este nivel en un 62% en relación a los pacientes no tratados, como consecuencia de la mejora de la sintomatología clínica y de la funcionalidad de la mano.
- 5) La aplicación de PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, en pacientes con STC de carácter leve o moderado según EMG, produce una mejora clínica a las 12 semanas respecto a la intensidad de dolor, presencia de parestesias, sensación de fuerza y nivel de funcionalidad en la mano.

- 6) Los pacientes con STC de carácter leve o moderado, tratados con PS y TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, mejoran ligeramente los parámetros de EMG a las 12 semanas, sin llegar a ser estadísticamente significativos, mientras que tampoco se observan cambios significativos en los resultados de los estudios ecográficos.
- 7) La aparición de efectos adversos o no deseados asociados a la aplicación de PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje original de PSTC, en pacientes con STC de carácter leve o moderado según EMG, no son frecuentes ni relevantes.
- 8) La aplicación de PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, en pacientes con STC de carácter leve o moderado según EMG, produce un dolor de intensidad moderada durante la colocación y manipulación de las agujas. Este dolor disminuye, pasando a considerarse leve en el momento justo después de su retirada, tras 10 minutos de aplicación, así como pasado un tiempo de 5 minutos después de la extracción de las agujas. En un plazo de tiempo más amplio, la aplicación de esta técnica no produce un efecto de dolor residual de importancia.

*10 PROPUESTAS Y
LÍNEAS DE FUTURO*

10. PROPUESTAS Y LÍNEAS DE FUTURO.

El presente trabajo ha evidenciado tanto la validez técnica como la eficacia terapéutica de la PS con TEF, siguiendo el modelo de abordaje PSTC, en pacientes con STC leve o moderado, presentando buenos resultados en cuanto a la mejora clínica y evitar la cirugía. Aún así, este trabajo no deja de ser el primero en el desarrollo de esta nueva herramienta terapéutica. Por lo que, en la línea de lo apuntado en el apartado de discusión, el desarrollo de futuras investigaciones acerca de variantes técnicas tanto de este modelo de abordaje como de la manipulación y tiempo de aplicación de las agujas, podrían analizar y determinar el protocolo terapéutico más adecuado para conseguir potenciar los efectos y resultados terapéuticos. De forma más concreta, también sería interesante diseñar futuros estudios que determinen y cuantifiquen el grado de distensibilidad del LTC y abombamiento de la sección transversal del TC, para poder compararlo con el de otras terapias como la cirugía.

En base a las limitaciones de los estudios realizados en el presente trabajo, expuestas en el apartado correspondiente, sería conveniente que esta futura línea de investigación también contemplase el diseño de estudios a doble ciego y con un periodo de seguimiento de los pacientes más largo. De esta forma, por un lado, se podría minimizar el posible efecto placebo y, por otro, se valoraría si un plazo de tiempo más amplio posibilita objetivar el beneficio clínico obtenido en forma de resultados en las pruebas complementarias, además de comprobar si estos beneficios clínicos se mantienen o no en el tiempo, y si se continúa considerando como no necesaria la cirugía.

Además de estos futuros estudios respecto a la aplicación de estas variantes técnicas de forma aislada, creemos interesante desarrollar otra línea de investigación paralela en cuanto a la posibilidad de combinar la PS con TEF con otros tipos de técnicas de Fisioterapia que ya han aportado evidencia de su eficacia. La PS con TEF podría combinarse no sólo con otras técnicas de aplicación y efecto local, si no también con otras de carácter más amplio que contemplen todo el trayecto del NM, desde su origen cervical y a lo largo de toda la extremidad superior. En esta misma

línea, también sería interesante investigar el posible aumento de beneficio de alargar el tiempo de aplicación del tratamiento de PS, en cuanto a que un tratamiento más continuado en el tiempo pudiera aportar el margen de tiempo necesario para mejorar los efectos de un proceso tan complejo y de carácter crónico como es la compresión nerviosa.

El desarrollo de estas líneas de investigación de la PS con TEF tanto respecto a su mejora técnica como a su combinación con otras terapias podría conllevar una potenciación de la eficacia terapéutica que ya se ha determinado y evidenciado como positiva a corto plazo en el presente trabajo. Si se consigue no sólo potenciar su beneficio, si no también evidenciar que éste se mantiene a largo plazo en el tiempo, la PS podría erigirse como una alternativa terapéutica válida a la cirugía en pacientes con STC de afectación leve o moderada.

Con resultados de beneficio terapéutico similares, el tratamiento de PS aportaría importantes ventajas respecto a la cirugía. En primer lugar, existiría una disminución importante en los efectos adversos o no deseados derivados del tratamiento aplicado. Lo que comportaría otro tipo de beneficios derivados, como la disminución del tiempo de baja laboral, tanto pre como post-cirugía. El tiempo de lista de espera para el inicio del tratamiento conservador debería ser siempre mucho menor al existente actualmente para la cirugía, consiguiendo que el paciente estuviese menos tiempo con dolores e incapacidad, lo que comportaría disminuir tanto el número como el tiempo de las bajas laborales. Por otro lado, el periodo de recuperación post-cirugía es mucho más largo y complicado que el previsto para el tratamiento conservador de Fisioterapia que incluiría la PS con TEF de forma asociada.

Derivado del menor coste económico del tratamiento conservador de Fisioterapia en comparación con la cirugía, así como de la importante reducción del tiempo de baja laboral, obtendríamos una reducción importante en el coste económico para el sistema sanitario público, o privado-mutual si se da el caso. En este sentido, se deberían desarrollar estudios respecto al análisis del balance coste-efectividad de cada uno de estos dos tipos de tratamiento para el STC.

Por último, dentro de un ámbito global en el campo de la Fisioterapia, los resultados obtenidos en este trabajo, en cuanto a la acción concreta de la PS sobre una estructura conjuntivo-fascial como es el LTC, aportan una nueva herramienta terapéutica eficaz para el tratamiento del STC, de plena competencia para el fisioterapeuta. Estos resultados también animan a investigar y desarrollar la acción y posibilidades terapéuticas de la PS sobre otras estructuras de esta naturaleza fascial que se encuentren implicadas en otros cuadros clínicos. Esperamos que el presente trabajo sirva como refuerzo y estímulo de futuras investigaciones en este sentido.

11 BIBLIOGRAFÍA

11. BIBLIOGRAFÍA.

1. Raposo Vidal I, Fernández Cervantes R, Martínez Rodríguez A, Sáez Gómez JM, Chouza Insua M, Barcia Seoane M. La Fisioterapia en España durante los siglos XIX y XX hasta la integración en escuelas universitarias de Fisioterapia. *Fisioterapia*. enero de 2001;23(4):206-17.
2. Gerwin R. a study of 96 subjects examined both for fibromyalgia and myofascial pain. *J Musculoskelet Pain*. 1995;3(Suppl 1):121.
3. Bron C, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp RAB. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 28 de junio de 2011;12:139.
4. Lucas KR, Rich PA, Polus BI. How Common Are Latent Myofascial Trigger Points in the Scapular Positioning Muscles? *J Musculoskelet Pain*. enero de 2008;16(4):279-86.
5. Finnestone D, Willingham S, Kofftnan G. physical and psychiatric impairment in patients with myofascial pain syndrome compared to patients with fibromyalgia. *J Musculoskelet Pain*. 1995;Suppl 1:86.
6. Fishbain DA, Goldberg M, Meagher BR, Steele R, Rosomoff H. Male and female chronic pain patients categorized by DSM-III psychiatric diagnostic criteria. *Pain*. agosto de 1986;26(2):181-97.
7. Skootsky SA, Jaeger B, Oye RK. Prevalence of myofascial pain in general internal medicine practice. *West J Med*. agosto de 1989;151(2):157-60.
8. Sola AE, Rodenberger ML, Gettys BB. Incidence of hypersensitive areas in posterior shoulder muscles; a survey of two hundred young adults. *Am J Phys Med*. diciembre de 1955;34(6):585-90.
9. Froriep. Ein Beitrag zur Pathologie und Therapie des Rheumatismus. Weimar. 1843;
10. Gowers W. Lumbago: its lesions and analogues. *Br Med J*. 1904;1:117-21.
11. Schade H. Umgrenzung und Klärung einer Lehre von der Erkältung. *Z Ges Exp Med*. 1919;7:275-374.
12. Lange M. Die Muskelhärten (Myogelosen). *Münch J F Lehmanns*. 1931;
13. gutsein M. Diagnosis and treatment of muscular rheumatism. *Br J Phys Med*. 1938;1:302-21.
14. Kelly M. The treatment of fibrositis and allied disorders by local anesthesia. *Med J Aust*. 1941;1:294-8.
15. Travell J, Bobb A. Pain and disability of the shoulder and arm: treatment by intramuscular infiltration with procaine hydrochloride. *JAMA*. 1942;120:417-22.
16. Travell J, Simons D. Dolor y Disfunción Miofascial. *Manual de los Puntos Gatillo*. 2ª ed. Vols. 1 y 2. Ed Panamericana; 2002.
17. Steinbrocker O. Therapeutic injections in painful musculoskeletal disorders. *Jama*. 1944;(125):397-401.
18. Paulett J. Low back pain. *Lancet*. 1947;2 (6469):272-6.
19. Brav E, Sigmond H. The local and regional injection treatment of low back pain and sciatica. *Ann Int Med*. 1941;15:840-52.
20. Lewit K. The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain*. febrero de 1979;6(1):83-90.
21. Simons D. clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points. *J Musculoskeletet Pain*. 1996;4:93-121.

22. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* febrero de 2004;14(1):95-107.
23. Simons DG. New views of myofascial trigger points: etiology and diagnosis. *Arch Phys Med Rehabil.* enero de 2008;89(1):157-9.
24. Gerwin RD, Dommerholt J, Shah JP. An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Curr Pain Headache Rep.* diciembre de 2004;8(6):468-75.
25. Bron C, Dommerholt JD. Etiology of myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep.* octubre de 2012;16(5):439-44.
26. McPartland JM, Simons DG. Myofascial Trigger Points: Translating Molecular Theory into Manual Therapy. *J Man Manip Ther.* 1 de octubre de 2006;14(4):232-9.
27. Hong CZ. Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point. The importance of the local twitch response. *Am J Phys Med Rehabil.* agosto de 1994;73(4):256-63.
28. Shah JP, Phillips TM, Danoff JV, Gerber LH. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. noviembre de 2005;99(5):1977-84.
29. Mayoral O. Fisioterapia invasiva del síndrome de dolor miofascial. *Fisioter Rev Salud Discapac Ter Física.* 2005;27:69-75.
30. Mayoral-del-Moral O, Torres-Lacomba M. Fisioterapia invasiva y punción seca. Informe sobre la eficacia de la punción seca en el tratamiento del síndrome de dolor miofascial y sobre su uso en Fisioterapia. *Cuest Fisioter.* 2009;38:206-17.
31. Dommerholt J, Mayoral del Moral O, gröbli C. Trigger point dry needling. *J Man Manip Ther.* 2006;14:E70-87.
32. Moral OM del. Dry Needling Treatments for Myofascial Trigger Points. *J Musculoskelet Pain.* octubre de 2010;18(4):411-6.
33. Chen Q, Basford J, An K-N. Ability of magnetic resonance elastography to assess taut bands. *Clin Biomech.* junio de 2008;23(5):623-9.
34. Sikdar S, Shah JP, Gebreab T, Yen R-H, Gilliams E, Danoff J, et al. Novel Applications of Ultrasound Technology to Visualize and Characterize Myofascial Trigger Points and Surrounding Soft Tissue. *Arch Phys Med Rehabil.* noviembre de 2009;90(11):1829-38.
35. Chen Q, Bensamoun S, Basford JR, Thompson JM, An K-N. Identification and Quantification of Myofascial Taut Bands With Magnetic Resonance Elastography. *Arch Phys Med Rehabil.* diciembre de 2007;88(12):1658-61.
36. Sikdar S, Ortiz R, Gebreab T, Gerber LH, Shah JP. Understanding the vascular environment of myofascial trigger points using ultrasonic imaging and computational modeling. En: 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology [Internet]. Buenos Aires: IEEE; 2010 [citado 13 de noviembre de 2020]. p. 5302-5. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5626326/>
37. Sikdar S, Shah JP, Gilliams E, Gebreab T, Gerber LH. Assessment of myofascial trigger points (MTrPs): A new application of ultrasound imaging and vibration sonoelastography. En: 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society [Internet]. Vancouver, BC: IEEE; 2008 [citado 13 de noviembre de 2020]. p. 5585-8. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4650480/>

38. Ballyns JJ, Shah JP, Hammond J, Gebreab T, Gerber LH, Sikdar S. Objective Sonographic Measures for Characterizing Myofascial Trigger Points Associated With Cervical Pain. *J Ultrasound Med.* octubre de 2011;30(10):1331-40.
39. Simons DG, Travell J. Myofascial trigger points, a possible explanation. *Pain.* febrero de 1981;10(1):106-9.
40. Mayoral del Moral O, Salvat Salvat I. Fisioterapia invasiva del síndrome de dolor miofascial: manual de punción seca de puntos gatillo. 2017.
41. Baldry P. Acupuncture, trigger points & musculoskeletal pain. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1993.
42. Baldry P. Superficial versus deep dry needling. *Acupunct Med J Br Med Acupunct Soc.* agosto de 2002;20(2-3):78-81.
43. Fu Z, Chen X, Lu L, Lin J, Xu J. Immediate effect of Fu's subcutaneous needling for low back pain. *Chin Med J (Engl).* 5 de junio de 2006;119(11):953-6.
44. Fu Z-H, Xu J-G. A brief introduction to Fu's subcutaneous needling. *Pain Clin.* septiembre de 2005;17(3):343-8.
45. Hong C-Z. Considerations and Recommendations Regarding Myofascial Trigger Point Injection. *J Musculoskelet Pain.* enero de 1994;2(1):29-59.
46. Hong C-Z. New trends in myofascial pain syndrome. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi Chin Med J Free China Ed.* noviembre de 2002;65(11):501-12.
47. Hong C-Z. LIDOCAINE INJECTION VERSUS DRY NEEDLING TO MYOFASCIAL TRIGGER POINT: The Importance of the Local Twitch Response. *Am J Phys Med Rehabil.* julio de 1994;73(4):256-63.
48. Chen JT, Chung KC, Hou CR, Kuan TS, Chen SM, Hong CZ. Inhibitory effect of dry needling on the spontaneous electrical activity recorded from myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscle. *Am J Phys Med Rehabil.* octubre de 2001;80(10):729-35.
49. Gunn CC. The Gunn approach to the treatment of chronic pain: intramuscular stimulation for myofascial pain of radiculopathic origin. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 1996. 165 p.
50. Chou L-W, Hong JY, Hong C-Z. A New Technique for Acupuncture Therapy and Its Effectiveness in Treating Fibromyalgia Syndrome: A Case Report. *J Musculoskelet Pain.* enero de 2008;16(3):193-8.
51. Espejo-Antúnez L, Tejada JF-H, Albornoz-Cabello M, Rodríguez-Mansilla J, de la Cruz-Torres B, Ribeiro F, et al. Dry needling in the management of myofascial trigger points: A systematic review of randomized controlled trials. *Complement Ther Med.* agosto de 2017;33:46-57.
52. Sánchez-Infante J, Navarro-Santana MJ, Bravo-Sánchez A, Jiménez-Díaz F, Abián-Vicén J. Is Dry Needling Applied by Physical Therapists Effective for Pain in Musculoskeletal Conditions? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 3 de marzo de 2021;101(3):pzab070.
53. Kietrys DM, Palombaro KM, Azzaretto E, Hubler R, Schaller B, Schluskel JM, et al. Effectiveness of dry needling for upper-quarter myofascial pain: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* septiembre de 2013;43(9):620-34.
54. Bowsher D. THE PHYSIOLOGY OF STIMULATION PRODUCED ANALGESIA. *Jpn J Ryodoraku Med.* 1991;36(8):195-203.
55. Le Bars D, Dickenson AH, Besson J-M. Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat: *Pain.* junio de 1979;6(3):283-304.

56. Le Bars D, Dickenson AH, Besson J. Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). II. Lack of effect on non-convergent neurones, supraspinal involvement and theoretical implications: *Pain*. junio de 1979;6(3):305-27.
57. Le Bars D, Villanueva L, Bouhassira D, Willer JC. Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC) in animals and in man. *Patol Fiziol Eksp Ter*. agosto de 1992;(4):55-65.
58. Leung L. Neurophysiological Basis of Acupuncture-induced Analgesia—An Updated Review. *J Acupunct Meridian Stud*. diciembre de 2012;5(6):261-70.
59. Zhao Z-Q. Neural mechanism underlying acupuncture analgesia. *Prog Neurobiol*. agosto de 2008;85(4):355-75.
60. Cagnie B, Dewitte V, Barbe T, Timmermans F, Delrue N, Meeus M. Physiologic Effects of Dry Needling. *Curr Pain Headache Rep*. agosto de 2013;17(8):348.
61. Melzack R, Wall PD. Pain Mechanisms: A New Theory. *Science*. 19 de noviembre de 1965;150(3699):971-8.
62. Simons D. Literature reviews. Myofascial Pain Syndromes-MTrPs. *J Musculoskelet Pain*. 2002;10(4):71-86.
63. Chen J-T, Chen S-M, Kuan T-S, Chung K-C, Hong C-Z. Phentolamine effect on the spontaneous electrical activity of active loci in a myofascial trigger spot of rabbit skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil*. julio de 1998;79(7):790-4.
64. Hubbard DR. Chronic and Recurrent Muscle Pain:: Pathophysiology and Treatment, and Review of Pharmacologic Studies. *J Musculoskelet Pain*. enero de 1996;4(1-2):123-44.
65. Fine PG, Milano R, Hare BD. The effects of myofascial trigger point injections are naloxone reversible: *Pain*. enero de 1988;32(1):15-20.
66. Chu J. Twitch-obtaining intramuscular stimulation (TOIMS): long term observations in the management of chronic partial cervical radiculopathy. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. diciembre de 2000;40(8):503-10.
67. Chu J. Twitch-Obtaining Intramuscular Stimulation: Observations in the Management of Radiculopathic Chronic Low Back Pain. *J Musculoskelet Pain*. enero de 1999;7(4):131-46.
68. Domingo A, Mayoral O, Monterde S, Santafé MM. Neuromuscular Damage and Repair after Dry Needling in Mice. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:1-10.
69. Valera Garrido F, Minaya Muñoz F. *Fisioterapia Invasiva*. Barcelona: Ed Elsevier; 2013.
70. Chu J. The local mechanism of acupuncture. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi Chin Med J Free China Ed*. julio de 2002;65(7):299-302.
71. Langevin HM, Churchill DL, Fox JR, Badger GJ, Garra BS, Krag MH. Biomechanical response to acupuncture needling in humans. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. diciembre de 2001;91(6):2471-8.
72. Langevin HM, Churchill DL, Cipolla MJ. Mechanical signaling through connective tissue: a mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. *FASEB J Off Publ Fed Am Soc Exp Biol*. octubre de 2001;15(12):2275-82.
73. Langevin HM, Churchill DL, Wu J, Badger GJ, Yandow JA, Fox JR, et al. Evidence of Connective Tissue Involvement in Acupuncture. *FASEB J*. junio de 2002;16(8):872-4.
74. Langevin HM, Yandow JA. Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *Anat Rec*. 15 de diciembre de 2002;269(6):257-65.

75. Langevin HM, Bouffard NA, Churchill DL, Badger GJ. Connective tissue fibroblast response to acupuncture: dose-dependent effect of bidirectional needle rotation. *J Altern Complement Med N Y N*. abril de 2007;13(3):355-60.
76. Julias M, Edgar LT, Buettner HM, Shreiber DI. An in vitro assay of collagen fiber alignment by acupuncture needle rotation. *Biomed Eng Online*. 7 de julio de 2008;7:19.
77. Wang K. Titin/connectin and nebulin: giant protein rulers of muscle structure and function. *Adv Biophys*. 1996;33:123-34.
78. Simons DG. Understanding effective treatments of myofascial trigger points. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2002;6(2):81-8.
79. Cagnie B, Barbe T, De Ridder E, Van Oosterwijck J, Cools A, Danneels L. The Influence of Dry Needling of the Trapezius Muscle on Muscle Blood Flow and Oxygenation. *J Manipulative Physiol Ther*. noviembre de 2012;35(9):685-91.
80. Sandberg M, Larsson B, Lindberg L-G, Gerdle B. Different patterns of blood flow response in the trapezius muscle following needle stimulation (acupuncture) between healthy subjects and patients with fibromyalgia and work-related trapezius myalgia. *Eur J Pain*. octubre de 2005;9(5):497-497.
81. Chou L-W, Kao M-J, Lin J-G. Probable Mechanisms of Needling Therapies for Myofascial Pain Control. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012;2012:1-11.
82. Tracey KJ. The inflammatory reflex. *Nature*. diciembre de 2002;420(6917):853-9.
83. Oke SL, Tracey KJ. The Inflammatory Reflex and the Role of Complementary and Alternative Medical Therapies. *Ann N Y Acad Sci*. agosto de 2009;1172(1):172-80.
84. Dommerholt J, Thorp JN, Hooks T, Mayoral O. A critical overview of the current myofascial pain literature – October 2020. *J Bodyw Mov Ther*. octubre de 2020;24(4):468-78.
85. Fan AY, Xu J, Li Y-M. Evidence and expert opinions: Dry needling versus acupuncture (II) : The American Alliance for Professional Acupuncture Safety (AAPAS) White Paper 2016. *Chin J Integr Med*. febrero de 2017;23(2):83-90.
86. Lin M-T, Chou L-W, Chen H-S, Kao M-J. Percutaneous Soft Tissue Release for Treating Chronic Recurrent Myofascial Pain Associated with Lateral Epicondylitis: 6 Case Studies. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012;2012:1-7.
87. Hsieh Y-L, Lin M-T, Hong C-Z, Chen H-S. Percutaneous soft tissue release performed using a blunt cannula in rabbits with chronic collagenase-induced Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Surg*. abril de 2019;25(2):186-92.
88. Dommerholt J, Fernández-de-las-Peñas C. *Punción Seca de Los Puntos Gatillo*. 2ª edición. Elsevier Health Sciences; 2019. 298 p.
89. Rozenfeld E, Sapoznikov Sebakhtu E, Krieger Y, Kalichman L. Dry needling for scar treatment. *Acupunct Med*. diciembre de 2020;38(6):435-9.
90. Stoychev V, Finestone AS, Kalichman L. Dry Needling as a Treatment Modality for Tendinopathy: a Narrative Review. *Curr Rev Musculoskelet Med*. febrero de 2020;13(1):133-40.
91. Krey D, Borchers J, McCamey K. Tendon needling for treatment of tendinopathy: A systematic review. *Phys Sportsmed*. febrero de 2015;43(1):80-6.
92. Hong C-Z. Myofascial Pain Therapy. *J Musculoskelet Pain*. enero de 2004;12(3-4):37-43.
93. Melzack R. Myofascial trigger points: relation to acupuncture and mechanisms of pain. *Arch Phys Med Rehabil*. marzo de 1981;62(3):114-7.

94. Lin J-G, Chen W-L. Acupuncture Analgesia: A Review of Its Mechanisms of Actions. *Am J Chin Med.* enero de 2008;36(04):635-45.
95. Takeshige C, Sato T, Mera T, Hisamitsu T, Fang J. Descending pain inhibitory system involved in acupuncture analgesia. *Brain Res Bull.* noviembre de 1992;29(5):617-34.
96. Yoshimura M, Furue H. Mechanisms for the Anti-nociceptive Actions of the Descending Noradrenergic and Serotonergic Systems in the Spinal Cord. *J Pharmacol Sci.* 2006;101(2):107-17.
97. Hong C-Z. Treatment of myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep.* septiembre de 2006;10(5):345-9.
98. Langevin HM, Storch KN, Snapp RR, Bouffard NA, Badger GJ, Howe AK, et al. Tissue stretch induces nuclear remodeling in connective tissue fibroblasts. *Histochem Cell Biol.* abril de 2010;133(4):405-15.
99. de Almeida M dos S, Guerra FDR, de Oliveira LP, Vieira CP, Pimentel ER. A Hypothesis for the Anti-Inflammatory and Mechanotransduction Molecular Mechanisms Underlying Acupuncture Tendon Healing. *Acupunct Med.* abril de 2014;32(2):178-82.
100. Langevin HM, Storch KN, Cipolla MJ, White SL, Buttolph TR, Taatjes DJ. Fibroblast spreading induced by connective tissue stretch involves intracellular redistribution of α - and β -actin. *Histochem Cell Biol.* 24 de abril de 2006;125(5):487-95.
101. Langevin HM, Bouffard NA, Badger GJ, Iatridis JC, Howe AK. Dynamic fibroblast cytoskeletal response to subcutaneous tissue stretch ex vivo and in vivo. *Am J Physiol-Cell Physiol.* marzo de 2005;288(3):C747-56.
102. Langevin HM, Bouffard NA, Badger GJ, Churchill DL, Howe AK. Subcutaneous tissue fibroblast cytoskeletal remodeling induced by acupuncture: evidence for a mechanotransduction-based mechanism. *J Cell Physiol.* junio de 2006;207(3):767-74.
103. Ingber DE. Tensegrity and mechanotransduction. *J Bodyw Mov Ther.* julio de 2008;12(3):198-200.
104. xu g. -y., winston j. h., chen j. d. z. Electroacupuncture attenuates visceral hyperalgesia and inhibits the enhanced excitability of colon specific sensory neurons in a rat model of irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil.* diciembre de 2009;21(12):1302-e125.
105. Becker R, Reichmanis M, Marino A, Spadaro J. Electrophysiological correlates of acupuncture points and meridians. *Psycoenerg Sust.* 1976;1:195-212.
106. Chammass M, Boretto J, Burmann LM, Ramos RM, Dos Santos Neto FC, Silva JB. Carpal tunnel syndrome - Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis). *Rev Bras Ortop.* octubre de 2014;49(5):429-36.
107. Ashworth NL. Carpal Tunnel Syndrome. *Am Fam Physician.* 15 de noviembre de 2016;94(10):830-1.
108. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of Carpal Tunnel Syndrome Evidence-Based Clinical Practice Guideline. www.aaos.org/ctsguideline. 29 de febrero de 2016;
109. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosci Riyadh Saudi Arab.* enero de 2015;20(1):4-9.
110. Urits I, Gress K, Charipova K, Orhurhu V, Kaye AD, Viswanath O. Recent Advances in the Understanding and Management of Carpal Tunnel Syndrome: a Comprehensive Review. *Curr Pain Headache Rep.* octubre de 2019;23(10):70.

111. Dydyk AM, Negrete G, Cascella M. Median Nerve Injury. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [citado 5 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553109/>
112. Uchiyama S, Itsubo T, Nakamura K, Kato H, Yasutomi T, Momose T. Current concepts of carpal tunnel syndrome: pathophysiology, treatment, and evaluation. *J Orthop Sci.* enero de 2010;15(1):1-13.
113. Rotman MB, Donovan JP. Practical anatomy of the carpal tunnel. *Hand Clin.* mayo de 2002;18(2):219-30.
114. Cobb TK, Dalley BK, Posteraro RH, Lewis RC. Anatomy of the flexor retinaculum. *J Hand Surg.* enero de 1993;18(1):91-9.
115. Themes UFO. The Wrist and Hand [Internet]. Musculoskeletal Key. 2016 [citado 6 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://musculoskeletalkey.com/the-wrist-and-hand/>
116. Li Z-M, Marquardt TL, Evans PJ, Seitz WH. Biomechanical role of the transverse carpal ligament in carpal tunnel compliance. *J Wrist Surg.* noviembre de 2014;3(4):227-32.
117. Iskra T, Mizia E, Musial A, Matuszyk A, Tomaszewski KA. Carpal tunnel syndrome - anatomical and clinical correlations. *Folia Med Cracov.* 2013;53(2):5-13.
118. Federated Committee on Anatomical Terminology. Terminologia anatomica: international anatomical terminology. En New York: Thieme Medical Publishers; 1998.
119. Stecco C, Macchi V, Lancerotto L, Tiengo C, Porzionato A, De Caro R. Comparison of transverse carpal ligament and flexor retinaculum terminology for the wrist. *J Hand Surg.* mayo de 2010;35(5):746-53.
120. Brooks JJ, Schiller JR, Allen SD, Akelman E. Biomechanical and anatomical consequences of carpal tunnel release. *Clin Biomech.* octubre de 2003;18(8):685-93.
121. Goitz RJ, Fowler JR, Li Z-M. The transverse carpal ligament: anatomy and clinical implications. *J Wrist Surg.* noviembre de 2014;3(4):233-4.
122. Manley M, Boardman M, Goitz RJ. The carpal insertions of the transverse carpal ligament. *J Hand Surg.* abril de 2013;38(4):729-32.
123. Shen ZL, Li Z-M. Biomechanical interaction between the transverse carpal ligament and the thenar muscles. *J Appl Physiol.* 15 de enero de 2013;114(2):225-9.
124. Nanno M, Sawaizumi T, Kodera N, Tomori Y, Takai S. Three-dimensional Analysis of the Attachment and Path of the Transverse Carpal Ligament. *J Nippon Med Sch.* 2015;82(3):130-5.
125. Vargas A, Chiapas-Gasca K, Hernández-Díaz C, Canoso JJ, Saavedra MÁ, Navarro-Zarza JE, et al. Clinical Anatomy of the Hand. *Reumatol Clínica.* diciembre de 2012;8:25-32.
126. Gupta S, Michelsen-Jost H. Anatomy and function of the thenar muscles. *Hand Clin.* 2012;
127. Festen-Schrier VJMM, Amadio PC. The biomechanics of subsynovial connective tissue in health and its role in carpal tunnel syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* febrero de 2018;38:232-9.
128. Mizia E, Tomaszewski K, Depukat P, Klimek-Piotrowska W, Pasternak A, Mroz I, et al. Median nerve (anatomical variations) and carpal tunnel syndrome - revisited. *Folia Med Cracov.* 2013;53(4):37-46.
129. Stecco C, Giordani F, Fan C, Biz C, Pirri C, Frigo AC, et al. Role of fasciae around the median nerve in pathogenesis of carpal tunnel syndrome: microscopic and ultrasound study. *J Anat.* abril de 2020;236(4):660-7.

130. Malagelada F, Dalmau-Pastor M, Vega J, Golano P. Elbow Anatomy. En 2014. p. 1-30.
131. Pękala P, Henry B, Pękala J, Skinningsrud B, Walocha J, Bonczar M, et al. Congenital Absence of the Palmaris Longus Muscle: A Meta-Analysis Comparing Cadaveric and Function Studies. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 1 de agosto de 2017;70.
132. Martínez F, Sevilla B, García S, García J, Navarro J, Robledano A, et al. Neurotizaciones Sensitivas en Cirugía de la Mano. *Rev Iberoam Cir Mano*. noviembre de 2017;45(02):136-45.
133. Demircay E, Civelek E, Cansever T, Kabatas S, Yilmaz C. Anatomic variations of the median nerve in the carpal tunnel: a brief review of the literature. *Turk Neurosurg*. 2011;21(3):388-96.
134. Henry BM, Zwinczewska H, Roy J, Vikse J, Ramakrishnan PK, Walocha JA, et al. The Prevalence of Anatomical Variations of the Median Nerve in the Carpal Tunnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PloS One*. 2015;10(8):e0136477.
135. Barbe M, Bradfield J, Donathan M, Elmaleh J. Coexistence of multiple anomalies in the carpal tunnel. *Clin Anat N Y N*. mayo de 2005;18(4):251-9.
136. Ariyo O, Shea J. Tríada Bilateral Correspondiente a Arteria Mediana Persistente, Nervio Mediano Bífido y Origen Alto de la Rama Cutánea Palmar: Reporte de Caso e Implicancias Clínicas. *Int J Morphol*. septiembre de 2016;34(3):997-1001.
137. Poisel S. Ursprung und Verlauf des R. muscularis des Nervus digitalis palmaris communis I (N. medianus). *Chir Prax*. 1974;18:471-4.
138. Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J Hand Surg*. enero de 1977;2(1):44-53.
139. Roy J, Henry BM, Pękala PA, Vikse J, Saganiak K, Walocha JA, et al. Median and ulnar nerve anastomoses in the upper limb: A meta-analysis. *Muscle Nerve*. 2016;54(1):36-47.
140. Smith JL, Siddiqui SA, Ebraheim NA. Comprehensive Summary of Anastomoses between the Median and Ulnar Nerves in the Forearm and Hand. *J Hand Microsurg*. abril de 2019;11(1):1-5.
141. Olewnik Ł, Wysiadcki G, Polguy M, Podgórski M, Jezierski H, Topol M. Anatomical variations of the palmaris longus muscle including its relation to the median nerve – a proposal for a new classification. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 19 de diciembre de 2017 [citado 10 de febrero de 2021];18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5738140/>
142. Reiman A, Daseler E, Anson B, Beaton L. The palmaris longus muscle and tendon. *Anat Rev*. 1994;89:495-505.
143. Cobb TK, Knudson GA, Cooney WP. The use of topographical landmarks to improve the outcome of Agee endoscopic carpal tunnel release. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. abril de 1995;11(2):165-72.
144. Tanzer RC. The carpal-tunnel syndrome; a clinical and anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*. junio de 1959;41-A(4):626-34.
145. Siverhus SW, Kremchek TE, Smith WR, Basch TM, Drake RL. A cadaveric study of the anatomic variations of the recurrent motor branch of the median nerve. *Orthop Rev*. marzo de 1989;18(3):315-20.
146. Linburg RM, Comstock BE. Anomalous tendon slips from the flexor pollicis longus to the flexor digitorum profundus. *J Hand Surg*. enero de 1979;4(1):79-83.

147. Li Z-M, Masters TL, Mondello TA. Area and shape changes of the carpal tunnel in response to tunnel pressure: CARPAL TUNNEL PRESSURE AND AREA. *J Orthop Res.* diciembre de 2011;29(12):1951-6.
148. Li Z-M, Marquardt T, Evans P, Seitz W. Biomechanical Role of the Transverse Carpal Ligament in Carpal Tunnel Compliance. *J Wrist Surg.* 24 de octubre de 2014;03(04):227-32.
149. Guo X, Fan Y, Li Z-M. Effects of dividing the transverse carpal ligament on the mechanical behavior of the carpal bones under axial compressive load: A finite element study. *Med Eng Phys.* marzo de 2009;31(2):188-94.
150. Xiu K-H, Kim J-H, Li Z-M. Biomechanics of the transverse carpal arch under carpal bone loading. *Clin Biomech.* octubre de 2010;25(8):776-80.
151. Ugbolue UC, Gislason MK, Carter M, Fogg QA, Riches PE, Rowe PJ. Tensile properties of the transverse carpal ligament and carpal tunnel complex. *Clin Biomech.* agosto de 2015;30(7):649-56.
152. Ratnaparkhi R, Xiu K, Guo X, Li Z-M. Changes in carpal tunnel compliance with incremental flexor retinaculum release. *J Orthop Surg.* diciembre de 2016;11(1):43.
153. Marquardt TL, Gabra JN, Li Z-M. Morphological and positional changes of the carpal arch and median nerve during wrist compression. *Clin Biomech.* marzo de 2015;30(3):248-53.
154. Walia P, Erdemir A, Li Z-M. Subject-specific finite element analysis of the carpal tunnel cross-sectional to examine tunnel area changes in response to carpal arch loading. *Clin Biomech.* febrero de 2017;42:25-30.
155. Li Z-M, Masters TL, Mondello TA. Area and shape changes of the carpal tunnel in response to tunnel pressure. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* diciembre de 2011;29(12):1951-6.
156. Xiu K-H, Kim J-H, Li Z-M. Biomechanics of the transverse carpal arch under carpal bone loading. *Clin Biomech Bristol Avon.* octubre de 2010;25(8):776-80.
157. Sucher BM, Hinrichs RN, Welcher RL, Quiroz L-D, St Laurent BF, Morrison BJ. Manipulative treatment of carpal tunnel syndrome: biomechanical and osteopathic intervention to increase the length of the transverse carpal ligament: part 2. Effect of sex differences and manipulative «priming». *J Am Osteopath Assoc.* marzo de 2005;105(3):135-43.
158. Main EK, Goetz JE, Baer TE, Klocke NF, Brown TD. Volar/dorsal compressive mechanical behavior of the transverse carpal ligament. *J Biomech.* abril de 2012;45(7):1180-5.
159. Ettema AM, Amadio PC, Zhao C, Wold LE, An K-N. A HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY OF THE SUBSYNOVIAL CONNECTIVE TISSUE IN IDIOPATHIC CARPAL TUNNEL SYNDROME: *J Bone Jt Surg-Am Vol.* julio de 2004;86(7):1458-66.
160. Oh J, Zhao C, Amadio PC, An K-N, Zobitz ME, Wold LE. Immunolocalization of collagen types in the subsynovial connective tissue within the carpal tunnel in humans. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* septiembre de 2005;23(5):1226-31.
161. Filius A, Thoreson AR, Ozasa Y, An K-N, Zhao C, Amadio PC. Delineation of the mechanisms of tendon gliding resistance within the carpal tunnel. *Clin Biomech.* enero de 2017;41:48-53.
162. Nanno M, Sawaizumi T, Kodera N, Tomori Y, Takai S. Transverse Ultrasound Assessment of the Displacement of the Median Nerve in the Carpal Tunnel during Wrist and Finger Motion in Healthy Volunteers. *J Nippon Med Sch.* 2015;82(4):170-9.

163. Nanno M, Sawaizumi T, Kodera N, Tomori Y, Takai S. Transverse Movement of the Median Nerve in the Carpal Tunnel during Wrist and Finger Motion in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Tohoku J Exp Med.* 2015;236(3):233-40.
164. Silva A, Manso A, Andrade R, Domingues V, Brandão MP, Silva AG. Quantitative in vivo longitudinal nerve excursion and strain in response to joint movement: A systematic literature review. *Clin Biomech.* septiembre de 2014;29(8):839-47.
165. Wahab KW, Sanya EO, Adebayo PB, Babalola MO, Ibraheem HG. Carpal Tunnel Syndrome and Other Entrapment Neuropathies. *Oman Med J.* 15 de noviembre de 2017;32(6):449-54.
166. Zamborsky R, Kokavec M, Simko L, Bohac M. Carpal Tunnel Syndrome: Symptoms, Causes and Treatment Options. *Literature Reviev. Ortop Traumatol Rehabil.* 26 de enero de 2017;19(1):1-8.
167. Bauman TD, Gelberman RH, Mubarak SJ, Garfin SR. The acute carpal tunnel syndrome. *Clin Orthop.* mayo de 1981;(156):151-6.
168. Bartolomé-Villar A, Pastor-Valero T, Fuentes-Sanz A, Varillas-Delgado D, García-de Lucas F. Influencia del espesor del ligamento transverso del carpo en el síndrome del túnel carpiano. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol.* marzo de 2018;62(2):100-4.
169. Uchiyama S, Itsubo T, Nakamura K, Kato H, Yasutomi T, Momose T. Current concepts of carpal tunnel syndrome: pathophysiology, treatment, and evaluation. *J Orthop Sci.* enero de 2010;15(1):1-13.
170. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet Lond Engl.* 18 de agosto de 1973;2(7825):359-62.
171. Kane PM, Daniels AH, Akelman E. Double Crush Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* septiembre de 2015;23(9):558-62.
172. Cohen BH, Gaspar MP, Daniels AH, Akelman E, Kane PM. Multifocal Neuropathy: Expanding the Scope of Double Crush Syndrome. *J Hand Surg.* diciembre de 2016;41(12):1171-5.
173. Dellon AL, Mackinnon SE. Chronic nerve compression model for the double crush hypothesis. *Ann Plast Surg.* marzo de 1991;26(3):259-64.
174. Bagatur AE, Yalcinkaya M, Atca AO. Bifid Median Nerve Causing Carpal Tunnel Syndrome: MRI and Surgical Correlation. *Orthopedics.* 1 de abril de 2013;36(4):e451-6.
175. Keese GR, Wongworawat MD, Frykman G. The clinical significance of the palmaris longus tendon in the pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Edinb Scotl.* diciembre de 2006;31(6):657-60.
176. Palti R, Vigler M. Anatomy and function of lumbrical muscles. *Hand Clin.* febrero de 2012;28(1):13-7.
177. Cobb TK, An KN, Cooney WP. Effect of lumbrical muscle incursion within the carpal tunnel on carpal tunnel pressure: a cadaveric study. *J Hand Surg.* marzo de 1995;20(2):186-92.
178. Sucher BM, Schreiber AL. Carpal Tunnel Syndrome Diagnosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* mayo de 2014;25(2):229-47.
179. Padua L, Pazzaglia C, Caliandro P, Granata G, Foschini M, Briani C, et al. Carpal tunnel syndrome: ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* septiembre de 2008;119(9):2064-9.

180. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Clinical practice guideline on the diagnosis of carpal tunnel syndrome. mayo de 2007;
181. Siu G, Jaffe JD, Rafique M, Weinik MM. Osteopathic manipulative medicine for carpal tunnel syndrome. *J Am Osteopath Assoc.* marzo de 2012;112(3):127-39.
182. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res.* noviembre de 2011;63 Suppl 11:S240-252.
183. Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales: Pain. octubre de 2011;152(10):2399-404.
184. Price DD, Bush FM, Long S, Harkins SW. A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain.* 1 de febrero de 1994;56(2):217-26.
185. Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* diciembre de 2001;8(12):1153-7.
186. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain Off J Am Pain Soc.* septiembre de 2003;4(7):407-14.
187. Phalen GS, Kendrick JI. Compression neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel. *J Am Med Assoc.* 1 de junio de 1957;164(5):524-30.
188. MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther.* abril de 2004;17(2):309-19.
189. Ho T, Braza ME. Hoffmann Tinel Sign. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [citado 16 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555934/>
190. Brüske J, Bednarski M, Grzelec H, Zyluk A. The usefulness of the Phalen test and the Hoffmann-Tinel sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Acta Orthop Belg.* abril de 2002;68(2):141-5.
191. Turgut AÇ, Tubbs RS, Turgut M. Paul Hoffmann (1884-1962 AD) and Jules Tinel (1879-1952 AD), and their legacy to neuroscience: the Hoffmann-Tinel sign. *Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg.* 2019;35(5):733-4.
192. Pryse-Phillips WE. Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* agosto de 1984;47(8):870-2.
193. Hansen PA, Micklesen P, Robinson LR. Clinical utility of the flick maneuver in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* mayo de 2004;83(5):363-7.
194. Trillos M-C, Soto F, Briceno-Ayala L. Upper limb neurodynamic test 1 in patients with clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: A diagnostic accuracy study. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* septiembre de 2018;31(3):333-8.
195. Butler DS. Movilización del sistema nervioso (2 ed). 2009.
196. Bueno-Gracia E, Tricás-Moreno JM, Fanlo-Mazas P, Malo-Urriés M, Haddad-Garay M, Estébanez-de-Miguel E, et al. Validity of the Upper Limb Neurodynamic Test 1 for the diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. The role of structural differentiation. *Man Ther.* abril de 2016;22:190-5.

197. Birgitta B, Rosén GL, Lars B, Dahlin. Assessment of Functional Outcome After Nerve Repair in a Longitudinal Cohort. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1 de enero de 2000;34(1):71-8.
198. Geere J, Chester R, Kale S, Jerosch-Herold C. Power grip, pinch grip, manual muscle testing or thenar atrophy - which should be assessed as a motor outcome after carpal tunnel decompression? A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 20 de noviembre de 2007;8:114.
199. Bruyns CNP, Jaquet J-B, Schreuders TAR, Kalmijn S, Kuypers PDL, Hovius SER. Predictors for return to work in patients with median and ulnar nerve injuries. *J Hand Surg.* enero de 2003;28(1):28-34.
200. Fernandes CH, Meirelles LM, Raduan Neto J, Nakachima LR, dos Santos JBG, Faloppa F. Carpal tunnel syndrome with thenar atrophy: evaluation of the pinch and grip strength in patients undergoing surgical treatment. *Hand N Y N.* marzo de 2013;8(1):60-3.
201. Baker NA, Moehling KK, Desai AR, Gustafson NP. Effect of carpal tunnel syndrome on grip and pinch strength compared with sex- and age-matched normative data. *Arthritis Care Res.* diciembre de 2013;65(12):2041-5.
202. Okamura A, Meirelles LM, Fernandes CH, Raduan Neto J, Santos JBG dos, Faloppa F, et al. Evaluation of patients with carpal tunnel syndrome treated by endoscopic technique. *Acta Ortopédica Bras.* 2014;22(1):29-33.
203. P M, R M, S H, M G, W K. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *Open Orthop J.* 2012;6:95-102.
204. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg.* marzo de 1984;9(2):222-6.
205. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* febrero de 1985;66(2):69-74.
206. Srikanthswara PK, Cheluvaiiah JD, Agadi JB, Nagaraj K. The Relationship between Nerve Conduction Study and Clinical Grading of Carpal Tunnel Syndrome. *J Clin Diagn Res JCDR.* julio de 2016;10(7):OC13-18.
207. Ashraf A, Daghighzadeh A, Naseri M, Nasiri A, Fakheri M. A study of interpolation method in diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Ann Indian Acad Neurol.* 2013;16(4):623-6.
208. Deniz FE, Oksüz E, Sarikaya B, Kurt S, Erkorkmaz U, Ulusoy H, et al. Comparison of the diagnostic utility of electromyography, ultrasonography, computed tomography, and magnetic resonance imaging in idiopathic carpal tunnel syndrome determined by clinical findings. *Neurosurgery.* marzo de 2012;70(3):610-6.
209. Lane LB, Starecki M, Olson A, Kohn N. Carpal Tunnel Syndrome Diagnosis and Treatment: A Survey of Members of the American Society for Surgery of the Hand. *J Hand Surg.* noviembre de 2014;39(11):2181-2187.e4.
210. Georgiev GP, Karabinov V, Kotov G, Iliev A. Medical Ultrasound in the Evaluation of the Carpal Tunnel: A Critical Review. *Cureus [Internet].* 23 de octubre de 2018 [citado 28 de diciembre de 2020]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/15658-medical-ultrasound-in-the-evaluation-of-the-carpal-tunnel-a-critical-review>
211. Torres-Costoso A, Martínez-Vizcaíno V, Álvarez-Bueno C, Ferri-Morales A, Cavero-Redondo I. Accuracy of Ultrasonography for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* abril de 2018;99(4):758-765.e10.

212. Roomizadeh P, Eftekharsadat B, Abedini A, Ranjbar-kiyakalayeh S, Yousefi N, Ebadi S, et al. Ultrasonographic Assessment of Carpal Tunnel Syndrome Severity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* mayo de 2019;98(5):373-81.
213. Chen Y-T, Williams L, Zak MJ, Fredericson M. Review of Ultrasonography in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome and a Proposed Scanning Protocol. *J Ultrasound Med.* noviembre de 2016;35(11):2311-24.
214. S.L.U 2021 Viguera Editores. Relación entre las mediciones ecográficas del nervio mediano y la gravedad electrofisiológica en el síndrome del túnel carpiano : Neurología.com [Internet]. [citado 29 de enero de 2021]. Disponible en: <http://www.neurologia.com/articulo/2015210>
215. Hobson-Webb LD, Massey JM, Juel VC, Sanders DB. The ultrasonographic wrist-to-forearm median nerve area ratio in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* junio de 2008;119(6):1353-7.
216. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* noviembre de 1993;75(11):1585-92.
217. Oteo-Álvaro Á, Marín MT, Matas JA, Vaquero J. [Spanish validation of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire]. *Med Clin (Barc).* 18 de marzo de 2016;146(6):247-53.
218. Andani Cervera J, Balbastre Tejedor M, Gómez Pajares F, Garrido Lahiguera R, López Ferreres A. Valoración del cuestionario de Boston como screening en patología laboral por síndrome del tunel carpiano. ; *Rev Asoc Esp Espec Med Trab.* 2017;26:31-8.
219. Usón JRV, Quevedo MAR, Sardi MD, Garay MH, Blázquez M del RN, Moreno PU. Síndrome del túnel carpiano: comparación de resultados en el electroneurograma y en el cuestionario de Boston. *Arch Prev Riesgos Laborales.* 2010;13(4):188-92.
220. Srikanteswara PK. The Relationship between Nerve Conduction Study and Clinical Grading of Carpal Tunnel Syndrome. *J Clin Diagn Res [Internet].* 2016 [citado 21 de septiembre de 2020]; Disponible en: http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=7&page=OC13&issn=0973-709x&id=8097
221. Carpal Tunnel Syndrome: A Summary of Clinical Practice Guideline Recommendations—Using the Evidence to Guide Physical Therapist Practice. *J Orthop Sports Phys Ther.* mayo de 2019;49(5):359-60.
222. Wiperman J, Goerl K. Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician.* 15 de diciembre de 2016;94(12):993-9.
223. Fernández-de-las-Peñas C, Cleland J, Palacios-Ceña M, Fuensalida-Novo S, Pareja JA, Alonso-Blanco C. The Effectiveness of Manual Therapy Versus Surgery on Self-reported Function, Cervical Range of Motion, and Pinch Grip Force in Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo de 2017;47(3):151-61.
224. Shi Q, MacDermid JC. Is surgical intervention more effective than non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome? a systematic review. *J Orthop Surg.* 2011;6(1):17.
225. Carpal Tunnel Syndrome: Physical Therapy or Surgery? *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo de 2017;47(3):162-162.

226. Lane LB, Starecki M, Olson A, Kohn N. Carpal Tunnel Syndrome Diagnosis and Treatment: A Survey of Members of the American Society for Surgery of the Hand. *J Hand Surg.* noviembre de 2014;39(11):2181-2187.e4.
227. Pourmemari M-H, Heliövaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve.* 2018;58(4):497-502.
228. Abzug JM, Jacoby SM, Osterman AL. Surgical Options for Recalcitrant Carpal Tunnel Syndrome with Perineural Fibrosis. *HAND.* marzo de 2012;7(1):23-9.
229. Karabay N. Sonographic assessment of transverse carpal ligament after open surgical release of the carpal tunnel. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2013;47(2):73-8.
230. Kim DH, Marquardt TL, Gabra JN, Shen ZL, Evans PJ, Seitz WH, et al. Pressure-morphology relationship of a released carpal tunnel. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* abril de 2013;31(4):616-20.
231. Tengrootenhuysen M, van Riet R, Pimontel P, Bortier H, Van Glabbeek F. The role of the transverse carpal ligament in carpal stability: an in vitro study. *Acta Orthop Belg.* agosto de 2009;75(4):467-71.
232. Karalezli N, Kütahya H, Güleç A, Toker S, Karabörk H, Ogun TC. Transverse Carpal Ligament and Forearm Fascia Release for the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome Change the Entrance Angle of Flexor Tendons to the A1 Pulley: The Relationship between Carpal Tunnel Surgery and Trigger Finger Occurrence. *Sci World J.* 2013;2013:1-4.
233. Atroshi I, Tadjerbashi K, McCabe SJ, Ranstam J. Treatment of carpal tunnel syndrome with wrist splinting: study protocol for a randomized placebo-controlled trial. *Trials.* diciembre de 2019;20(1):531.
234. Werner RA, Franzblau A, Gell N. Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* enero de 2005;86(1):1-7.
235. Huisstede BM, van den Brink J, Randsdorp MS, Geelen SJ, Koes BW. Effectiveness of Surgical and Postsurgical Interventions for Carpal Tunnel Syndrome-A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* agosto de 2018;99(8):1660-1680.e21.
236. Chen P-C, Chuang C-H, Tu Y-K, Bai C-H, Chen C-F, Liaw M-Y. A Bayesian network meta-analysis: Comparing the clinical effectiveness of local corticosteroid injections using different treatment strategies for carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.* diciembre de 2015;16(1):363.
237. Malahias M-A, Chytas D, Mavrogenis AF, Nikolaou VS, Johnson EO, Babis GC. Platelet-rich plasma injections for carpal tunnel syndrome: a systematic and comprehensive review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* enero de 2019;29(1):1-8.
238. Dong C, Sun Y, Qi Y, Zhu Y, Wei H, Wu D, et al. Effect of Platelet-Rich Plasma Injection on Mild or Moderate Carpal Tunnel Syndrome: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Bini F, editor. *BioMed Res Int.* 14 de noviembre de 2020;2020:1-14.
239. Bahrami MH, Raeissadat SA, Nezamabadi M, Hojjati F, Rahimi-Dehgolan S. Interesting effectiveness of ozone injection for carpal tunnel syndrome treatment: a randomized controlled trial. *Orthop Res Rev.* mayo de 2019;Volume 11:61-7.
240. Forough B, Mohamadi H, Fadavi HR, Madani P, Aflakian N, Ghazaie F, et al. Comparison of Ultrasound-Guided Local Ozone (O2-O3) Injection Vs Corticosteroid Injection in Patients with Mild to Moderate Carpal Tunnel Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil [Internet].* 22 de julio de 2020 [citado 11 de enero de 2021]; Publish Ahead of Print. Disponible en: <https://journals.lww.com/10.1097/PHM.0000000000001546>

241. Maddali Bongi S, Signorini M, Bassetti M, Del Rosso A, Orlandi M, De Scisciolo G. A manual therapy intervention improves symptoms in patients with carpal tunnel syndrome: a pilot study. *Rheumatol Int.* mayo de 2013;33(5):1233-41.
242. Yao Y, Erdemir A, Li Z-M. Finite element analysis for transverse carpal ligament tensile strain and carpal arch area. *J Biomech.* 17 de 2018;73:210-6.
243. Brett AW, Oliver ML, Agur AMR, Edwards AM, Gordon KD. Quantification of the transverse carpal ligament elastic properties by sex and region. *Clin Biomech Bristol Avon.* junio de 2014;29(6):601-6.
244. Sucher BM. Myofascial manipulative release of carpal tunnel syndrome: Documentation with magnetic resonance imaging. *J Am Osteopath Assoc.* 1 de diciembre de 1993;93(12):1273.
245. Sucher BM. Palpatory diagnosis and manipulative management of carpal tunnel syndrome. *J Am Osteopath Assoc.* agosto de 1994;94(8):647-63.
246. Burnham T, Higgins DC, Burnham RS, Heath DM. Effectiveness of Osteopathic Manipulative Treatment for Carpal Tunnel Syndrome: A Pilot Project. *J Am Osteopath Assoc.* 1 de marzo de 2015;115(3):138.
247. Hough AD, Moore AP, Jones MP. Reduced Longitudinal Excursion of the Median Nerve in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* mayo de 2007;88(5):569-76.
248. Rozmaryn LM, Dovel S, Rothman ER, Gorman K, Olvey KM, Bartko JJ. Nerve and tendon gliding exercises and the conservative management of carpal tunnel syndrome. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* septiembre de 1998;11(3):171-9.
249. Coppieters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther.* junio de 2008;13(3):213-21.
250. Coppieters MW, Alshami AM. Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res.* julio de 2007;25(7):972-80.
251. Boudier-Revéret M, Gilbert Kk, Allégué Dr, Moussadyk M, Brismée Jm, Sizer Ps, et al. Effect of neurodynamic mobilization on fluid dispersion in median nerve at the level of the carpal tunnel: A cadaveric study. *Musculoskelet Sci Pract.* octubre de 2017;31:45-51.
252. Ballesteros-Pérez R, Plaza-Manzano G, Urraca-Gesto A, Romo-Romo F, Atín-Arratibel M de los Á, Pecos-Martín D, et al. Effectiveness of Nerve Gliding Exercises on Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review. *J Manipulative Physiol Ther.* enero de 2017;40(1):50-9.
253. Huisstede BM, Hoogvliet P, Franke TP, Randsdorp MS, Koes BW. Carpal Tunnel Syndrome: Effectiveness of Physical Therapy and Electrophysical Modalities. An Updated Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil.* agosto de 2018;99(8):1623-1634.e23.
254. Wolny T, Linek P. Is manual therapy based on neurodynamic techniques effective in the treatment of carpal tunnel syndrome? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* marzo de 2019;33(3):408-17.
255. Fernández-de-las Peñas C, Ortega-Santiago R, de la Llave-Rincón AI, Martínez-Perez A, Fahandezh-Saddi Díaz H, Martínez-Martín J, et al. Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial. *J Pain.* noviembre de 2015;16(11):1087-94.
256. Wolny T, Saulicz E, Linek P, Shacklock M, Myśliwiec A. Efficacy of Manual Therapy Including Neurodynamic Techniques for the Treatment of Carpal Tunnel

- Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* mayo de 2017;40(4):263-72.
257. Kim S-D. Efficacy of tendon and nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci.* agosto de 2015;27(8):2645-8.
258. De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Ambite-Quesada S, Gil-Crujera A, Puentedura EJ, Valenza MC, et al. Response of Pain Intensity to Soft Tissue Mobilization and Neurodynamic Technique: A Series of 18 Patients With Chronic Carpal Tunnel Syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* julio de 2012;35(6):420-7.
259. Madenci E, Altindag O, Koca I, Yilmaz M, Gur A. Reliability and efficacy of the new massage technique on the treatment in the patients with carpal tunnel syndrome. *Rheumatol Int.* octubre de 2012;32(10):3171-9.
260. Maddali Bongi S, Signorini M, Bassetti M, Del Rosso A, Orlandi M, De Scisciolo G. A manual therapy intervention improves symptoms in patients with carpal tunnel syndrome: a pilot study. *Rheumatol Int.* mayo de 2013;33(5):1233-41.
261. Burke J, Buchberger DJ, Carey-Loghmani MT, Dougherty PE, Greco DS, Dishman JD. A Pilot Study Comparing Two Manual Therapy Interventions for Carpal Tunnel Syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* enero de 2007;30(1):50-61.
262. Hains G, Descarreaux M, Lamy A-M, Hains F. A randomized controlled (intervention) trial of ischemic compression therapy for chronic carpal tunnel syndrome. *J Can Chiropr Assoc.* septiembre de 2010;54(3):155-63.
263. Pratelli E, Pintucci M, Cultrera P, Baldini E, Stecco A, Petrocelli A, et al. Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: Comparison between laser therapy and fascial manipulation®. *J Bodyw Mov Ther.* enero de 2015;19(1):113-8.
264. Moraska A, Chandler C, Edmiston-Schaetzel A, Franklin G, Calenda EL, Enebo B. Comparison of a Targeted and General Massage Protocol on Strength, Function, and Symptoms Associated with Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Pilot Study. *J Altern Complement Med.* abril de 2008;14(3):259-67.
265. Elliott R, Burkett B. Massage therapy as an effective treatment for carpal tunnel syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* julio de 2013;17(3):332-8.
266. Stecco L, Stecco A. Fascial manipulation® for musculoskeletal pain: theoretical part. Padova, Italy: Piccin Nuova Libreria S.p.A.; 2017.
267. Page MJ, O'Connor D, Pitt V, Massy-Westropp N. Therapeutic ultrasound for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Neuromuscular Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 28 de marzo de 2013 [citado 1 de febrero de 2021]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009601.pub2>
268. Boonhong J, Thienkul W. Effectiveness of Phonophoresis Treatment in Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Double-blind, Controlled Trial. *PM&R.* enero de 2020;12(1):8-15.
269. Kim JC, Jung SH, Lee S-U, Lee SY. Effect of extracorporeal shockwave therapy on carpal tunnel syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore).* agosto de 2019;98(33):e16870.
270. Franke TP, Koes BW, Geelen SJ, Huisstede BM. Do Patients With Carpal Tunnel Syndrome Benefit From Low-Level Laser Therapy? A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil.* agosto de 2018;99(8):1650-1659.e15.
271. Li Z-J, Wang Y, Zhang H-F, Ma X-L, Tian P, Huang Y. Effectiveness of low-level laser on carpal tunnel syndrome: A meta-analysis of previously reported randomized trials. *Medicine (Baltimore).* agosto de 2016;95(31):e4424.

272. Choi G-H, Wieland LS, Lee H, Sim H, Lee MS, Shin B-C. Acupuncture and related interventions for the treatment of symptoms associated with carpal tunnel syndrome. Cochrane Neuromuscular Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 4 de diciembre de 2018 [citado 3 de febrero de 2021]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011215.pub2>
273. Yang C-P, Wang N-H, Li T-C, Hsieh C-L, Chang H-H, Hwang K-L, et al. A randomized clinical trial of acupuncture versus oral steroids for carpal tunnel syndrome: a long-term follow-up. *J Pain*. febrero de 2011;12(2):272-9.
274. Hadianfard M, Bazrafshan E, Momeninejad H, Jahani N. Efficacies of Acupuncture and Anti-inflammatory Treatment for Carpal Tunnel Syndrome. *J Acupunct Meridian Stud*. octubre de 2015;8(5):229-35.
275. Khosrawi S, Moghtaderi A, Haghghat S. Acupuncture in treatment of carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial study. *J Res Med Sci Off J Isfahan Univ Med Sci*. enero de 2012;17(1):1-7.
276. Hemen C-H. Atlas de acupuntura. 1ª edición. Badalona (España): Paidotribo; 2010. 506 p.
277. Jiménez Del Barrio S, Estébanez de Miguel E, Bueno Gracia E, Haddad Garay M, Tricás Moreno JM, Hidalgo García C. Effects of diacutaneous fibrolysis in patients with mild to moderate symptomatic carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. diciembre de 2018;32(12):1645-55.
278. Dommerholt J, Chou L-W, Finnegan M, Hooks T. A critical overview of the current myofascial pain literature – February 2019. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2019;23(2):295-305.
279. Dommerholt J, Thorp JN, Chou L-W, Hooks T. A critical overview of the current myofascial pain literature – January 2020. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2020;24(2):213-24.
280. Dommerholt J, Hooks T, Thorp JN, Chou L-W. A critical overview of the current myofascial pain literature – July 2020. *J Bodyw Mov Ther*. julio de 2020;24(3):307-20.
281. Dommerholt J, Hooks T, Chou L-W, Finnegan M. Myofascial pain and treatment: Editorial. *J Bodyw Mov Ther*. julio de 2019;23(3):521-31.
282. Dunning J, Butts R, Mourad F, Young I, Flannagan S, Perreault T. Dry needling: a literature review with implications for clinical practice guidelines. *Phys Ther Rev PTR*. agosto de 2014;19(4):252-65.
283. Gascon-Garcia J, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, Balias R. Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2018;22(2):348-53.
284. Bland JD. A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. agosto de 2000;23(8):1280-3.
285. Reis MM, Arantes PMM. Medida da força de prensão manual- validade e confiabilidade do dinamômetro saehan. *Fisioter E Pesqui*. junio de 2011;18(2):176-81.
286. Lagerström C, Nordgren B. Methods for measuring maximal isometric grip strength during short and sustained contractions, including intra-rater reliability. *Ups J Med Sci*. 1996;101(3):273-85.
287. Pourmemari M-H, Heliövaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors: Carpal Tunnel Release. *Muscle Nerve*. octubre de 2018;58(4):497-502.
288. Ingber DE. Tensegrity I. Cell structure and hierarchical systems biology. *J Cell Sci*. 1 de abril de 2003;116(7):1157-73.

289. Ingber DE. Tensegrity II. How structural networks influence cellular information processing networks. *J Cell Sci.* 15 de abril de 2003;116(8):1397-408.
290. Ingber DE, Wang N, Stamenović D. Tensegrity, cellular biophysics, and the mechanics of living systems. *Rep Prog Phys.* 1 de abril de 2014;77(4):046603.
291. Butts R, Dunning J, Serafino C. Dry needling strategies for musculoskeletal conditions: Do the number of needles and needle retention time matter? A narrative literature review. *J Bodyw Mov Ther.* abril de 2021;26:353-63.
292. Kimura J. *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice* [Internet]. *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle.* Oxford University Press; [citado 6 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780199738687.001.0001/med-9780199738687>
293. White AR, Filshie J, Cummings TM. Clinical trials of acupuncture: consensus recommendations for optimal treatment, sham controls and blinding. *Complement Ther Med.* diciembre de 2001;9(4):237-45.
294. Dincer F, Linde K. Sham interventions in randomized clinical trials of acupuncture--a review. *Complement Ther Med.* diciembre de 2003;11(4):235-42.
295. He W, Tong Y, Zhao Y, Zhang L, Ben H, Qin Q, et al. Review of controlled clinical trials on acupuncture versus sham acupuncture in Germany. *J Tradit Chin Med Chung Tsa Chih Ying Wen Pan Spons -China Assoc Tradit Chin Med Acad Tradit Chin Med.* junio de 2013;33(3):403-7.
296. Tough EA, White AR, Richards SH, Lord B, Campbell JL. Developing and validating a sham acupuncture needle. *Acupunct Med J Br Med Acupunct Soc.* septiembre de 2009;27(3):118-22.
297. Xie C-C, Wen X-Y, Jiang L, Xie M-J, Fu WB. Validity of the «streitberger» needle in a chinese population with acupuncture: a randomized, single-blinded, and crossover pilot study. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM.* 2013;2013:251603.
298. Park J, White A, Lee H, Ernst E. Development of a new sham needle. *Acupunct Med.* 1 de diciembre de 1999;17(2):110-2.
299. Enblom A, Johnsson A, Hammar M, Steineck G, Börjeson S. The nonpenetrating telescopic sham needle may blind patients with different characteristics and experiences when treated by several therapists. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM.* 2011;2011:185034.

12 ANEXOS

12. ANEXOS.

Anexo 1: Cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) – Auto-cuestionario administrado para evaluar la severidad de los síntomas y situación funcional en el síndrome del túnel carpiano en los pacientes que participaron el ECA.

AUTO-CUESTIONARIO ADMINISTRADO PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS Y SITUACIÓN FUNCIONAL EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO.	
Nº Ref.:	
NOMBRE:	
ESCALA DE SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS	
Las siguientes preguntas se refieren a sus síntomas en un día de las 2 últimas semanas. Por favor, señale haciendo una cruz sobre el número que mejor describa su situación.	
1 ¿Cómo es de grave la molestia en la mano o el dolor en la muñeca durante la noche? <input type="checkbox"/> 1. No tengo molestias durante la noche. <input type="checkbox"/> 2. Dolor leve <input type="checkbox"/> 3. Dolor moderado <input type="checkbox"/> 4. Dolor intenso <input type="checkbox"/> 5. Dolor muy severo	7 ¿Tiene debilidad en la mano o en la muñeca? <input type="checkbox"/> 1. No hay debilidad <input type="checkbox"/> 2. Debilidad leve <input type="checkbox"/> 3. Debilidad moderada <input type="checkbox"/> 4. Debilidad severa <input type="checkbox"/> 5. Debilidad muy severa
2 ¿Con qué frecuencia le despiertan las molestias durante una noche en las últimas dos semanas? <input type="checkbox"/> 1. Nunca <input type="checkbox"/> 2. Una vez <input type="checkbox"/> 3. Dos o tres veces <input type="checkbox"/> 4. Cuatro o cinco veces <input type="checkbox"/> 5. Más de cinco veces	8 ¿Tiene sensación de hormigueo en la mano? <input type="checkbox"/> 1. No hay sensación de hormigueo <input type="checkbox"/> 2. Leve hormigueo <input type="checkbox"/> 3. Hormigueo moderado <input type="checkbox"/> 4. Grave hormigueo <input type="checkbox"/> 5. Hormigueo muy severo
3 ¿Suele tener dolor en la mano o en la muñeca durante el día? <input type="checkbox"/> 1. Nunca tengo dolor durante el día <input type="checkbox"/> 2. Tengo un dolor leve durante el día <input type="checkbox"/> 3. Tengo dolor moderado durante el día <input type="checkbox"/> 4. Tengo un dolor intenso durante el día <input type="checkbox"/> 5. Tengo un dolor muy intenso durante el día	9 ¿Cómo es de grave es el adormecimiento (pérdida de sensibilidad) o sensación de hormigueo durante la noche? <input type="checkbox"/> 1. No tengo entumecimiento u hormigueo en la noche <input type="checkbox"/> 2. Leve <input type="checkbox"/> 3. Moderado <input type="checkbox"/> 4. Grave <input type="checkbox"/> 5. Muy grave
4 ¿Con qué frecuencia tiene dolor en la mano o en la muñeca durante el día? <input type="checkbox"/> 1. Nunca <input type="checkbox"/> 2. Una o dos veces al día <input type="checkbox"/> 3. de tres a cinco veces al día <input type="checkbox"/> 4. Más de cinco veces al día <input type="checkbox"/> 5. El dolor es constante.	10 ¿Cuántas veces el entumecimiento u hormigueo en la mano le despierta durante una noche típica en las últimas dos semanas? <input type="checkbox"/> 1. Nunca <input type="checkbox"/> 2. Una vez <input type="checkbox"/> 3. Dos o tres veces <input type="checkbox"/> 4. Cuatro o cinco veces <input type="checkbox"/> 5. Más de cinco veces
5 ¿Cuánto tiempo, en promedio, tiene un episodio de dolor durante el día? <input type="checkbox"/> 1. Nunca tengo dolor durante el día. <input type="checkbox"/> 2. Menos de 10 minutos <input type="checkbox"/> 3. 10 a 60 minutos <input type="checkbox"/> 4. Más de 60 minutos <input type="checkbox"/> 5. El dolor es constante durante todo el día	11 ¿Tiene dificultad para la captación y uso de objetos pequeños como llaves o plumas? <input type="checkbox"/> 1. No tengo dificultad <input type="checkbox"/> 2. Leve dificultad <input type="checkbox"/> 3. Dificultad moderada <input type="checkbox"/> 4. Dificultad severa <input type="checkbox"/> 5. Dificultad muy severa
6 ¿Tiene entumecimiento (pérdida de sensibilidad) en la mano? <input type="checkbox"/> 1. No <input type="checkbox"/> 2. Presenta entumecimiento leve <input type="checkbox"/> 3. Entumecimiento moderado <input type="checkbox"/> 4. Tengo entumecimiento grave <input type="checkbox"/> 5. Tengo entumecimiento muy grave	

ESCALA DE SITUACIÓN FUNCIONAL

¿En un día con síntomas, de las pasadas dos semanas tuvo dificultades para realizar alguna de las siguientes actividades siguientes? Por favor, señale haciendo un círculo sobre el número que mejor describa su situación.

Actividad	Ninguna dificultad	Leve dificultad	Moderada dificultad	Gran dificultad	Imposible de hacer debido a los síntomas
Escribir	1	2	3	4	5
Abrochar los botones	1	2	3	4	5
Sostener un libro al leer	1	2	3	4	5
Coger y mantener el teléfono	1	2	3	4	5
Abrir un recipiente de cristal	1	2	3	4	5
Realizar las tareas del hogar	1	2	3	4	5
Llevar las bolsas de la compra	1	2	3	4	5
Bañarse y vestirse	1	2	3	4	5

Anexo 2: "Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound", artículo publicado por la revista *Journal of Bodywork & Movement Therapies* en el volumen 22 del año 2018 (283).

Journal of Bodywork & Movement Therapies 22 (2018) 348–353

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Bodywork & Movement Therapies

journal homepage: www.elsevier.com/jbmt




FASCIA SCIENCE AND CLINICAL APPLICATIONS: VALIDATION STUDY

Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound

Jordi Gascon-Garcia ^{a,*}, Caridad Bagur-Calafat ^a, Montserrat Girabent-Farrés ^a, Ramon Balius ^b

^a Physical Therapy Department, Universitat Internacional de Catalunya, C/ Josep trueta s/n, Sant Cugat del Valles, 08195, Spain
^b Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Spain



ARTICLE INFO

Article history:
 Received 26 June 2017
 Received in revised form 20 October 2017
 Accepted 24 October 2017

Keywords:
 Physical therapy
 Myofascial pain syndrome
 Dry needling
 Carpal tunnel syndrome
 Ultrasound

ABSTRACT

Objectives: To use ultrasound imaging to show how the needles in dry needling applied in the carpal tunnel can reach the transverse carpal ligament, acting on it in the form of traction-stretching when the fascial winding technique is performed. The potential associated risks are also assessed.

Design: Validation study.

Participants: Healthy volunteers ($n = 18$).

Methods: Four dry needling needles were applied to the carpal tunnel, only using anatomical references, according to the original approach known as "four-pole carpal dry needling", and manipulating the needles following the so-called fascial winding technique according to the authors, in the form of uni-directional rotation. An ultrasound recording of the distance reached was then performed, and compared with the mechanical action achieved on the transverse carpal ligament.

Results: 93.1% of the needles placed came into contact with the transverse carpal ligament with traction-stretching of the ligament observed when the needles were manipulated with the fascial winding technique in 80.6%. The mean distance from the tip of the needle to the median nerve was 3.75 mm, with CI95% [3.10, 4.41] and it was 7.78 mm with CI95% [6.64, 8.91] to the ulnar artery. Pain immediately after the technique concluded was of mild intensity, almost nil 10 min later, and non-existent after one week.

Conclusion: Dry needling with fascial winding technique in the carpal tunnel using the four-pole carpal dry needling approach is valid for reaching and traction of the transverse carpal ligament, and may stretch it and relax it. It is also safe with regard to the median nerve and ulnar artery, with a very mild level of pain.

© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Dry needling (DN) is an invasive technique widely used in the physiotherapy field, with a significant increase in recent scientific publications (Dommerholt, 2017a Jan, Dommerholt et al. 2017b Apr, 2017c Jul). The vast majority of these studies focus on the action of DN on the muscle areas known as myofascial trigger points.

Abbreviations: **DN**, dry needling; **FWT**, fascial winding technique; **CTS**, carpal tunnel syndrome; **CT**, carpal tunnel; **TCL**, transverse carpal ligament; **FCDN**, four-pole carpal dry needling; **BMI**, body mass index; **P-R**, proximal radial needle; **P-D**, proximal distal needle; **D-R**, distal radial needle; **D-U**, distal ulnar needle; **VAS**, visual analogue scale.

* Corresponding author. C/ Pau Claris, 1, Bajos, Sant Boi de Llobregat, 08830, Barcelona, Spain.
E-mail address: jordi.gascon@hotmail.com (J. Gascon-Garcia).

https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.10.013
 1360-8592/© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

According to Dunning (Dunning et al., 2014), we should not ignore and/or underestimate its action on the connective-fascial tissue, the other aspect of a single, unique and indivisible functional whole: the myofascia.

In the field of acupuncture, numerous studies have been conducted to determine the role played by the fascia in the therapeutic phenomenon that begins when working with a needle. These (Langevin et al., 2001a Oct, Langevin et al., 2001b Dec, Langevin et al., 2002 Jun, Langevin and Yandow, 2002 Dec, Langevin et al., 2007, Julias et al., 2008), include the studies by Dr H.M. Langevin, which were pioneering in providing scientific evidence for the phenomenon known as "needle grasp" (see Fig. 1). When the acupuncture needle (the same as the one used in DN) is rotated, the fascial connective tissue winds around to the point where it is fastened and trapped. These studies (Langevin et al., 2001b Dec) show that when the rotation is continuous and in the same

Anexo 3: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – “Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound” (283).

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: *“Validación mediante ecografía del alcance de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el túnel carpiano”*

Nombre del autor: Jordi Gascón García.

Yo, Sr. / Sra.:

- He recibido información verbal acerca del estudio y he leído la información escrita que se adjunta, de la que he recibido una copia.
- He comprendido lo que se me ha explicado.
- He podido comentar el estudio y realizar preguntas al profesional responsable.
- Doy mi consentimiento para tomar parte en el estudio y asumo que mi participación es totalmente voluntaria.
- Entiendo que podré retirarme en cualquier momento.

Mediante la firma de este formulario de consentimiento informado, doy mi consentimiento para que mis datos personales se puedan utilizar como se ha descrito en este formulario de consentimiento, que se ajusta a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento informado.

Firma: N.º de DNI:	Fecha de la firma:
-----------------------	--------------------

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR

La persona que firma esta hoja de consentimiento ha recibo, por parte del profesional, información detallada de forma oral y escrita del proceso y naturaleza de este estudio de investigación, y ha tenido la oportunidad de preguntar cualquier duda en cuanto a la naturaleza, los riesgos y las ventajas de su participación en este estudio.

Firma Nombre:	Fecha de la firma
------------------	-------------------

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL SUJETO PARTICIPANTE EN LA INVESTIGACIÓN.

Título: *“Validación mediante ecografía del alcance de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el túnel carpiano”*

Nombre del autor: Jordi Gascón García.

De forma totalmente voluntaria usted ha accedido a participar en el estudio de investigación con título *“Validación mediante ecografía del alcance de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el túnel carpiano”*. Antes de decidir definitivamente si acepta participar, es importante que comprenda los motivos por los que se lleva a cabo la investigación, cómo se va a utilizar su información, en qué consistirá el estudio y los posibles beneficios, riesgos y molestias que pueda conllevar.

En el caso de que participe en algún otro estudio, lo debe de comunicar al responsable para valorar si puede participar en éste.

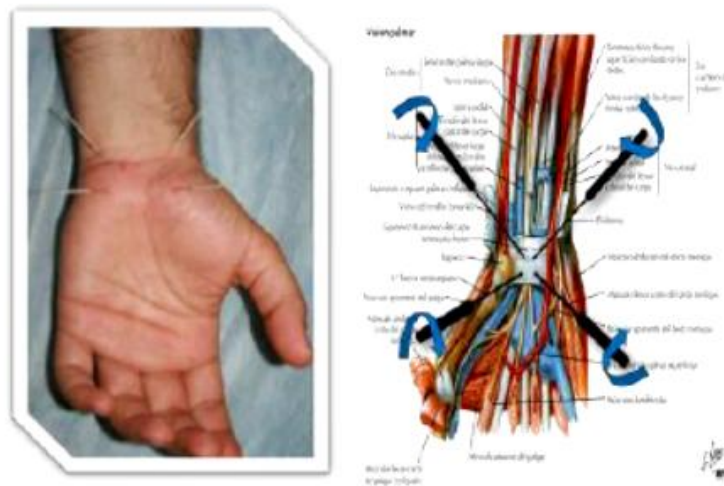
¿CUÁLES SON LOS ANTECEDENTES Y EL OBJETIVO DE ESTE ESTUDIO?

Este estudio tiene como objetivo principal conocer hasta qué profundidad pueden llegar, y qué estructuras se pueden alcanzar, en la aplicación de agujas de punción seca en la región de la cara anterior de la muñeca, más concretamente en el túnel carpiano.

Las agujas utilizadas para la técnica de **punción seca** aplicada en este estudio son agujas chinas, iguales a las de acupuntura, con una medida de 25 mm. de longitud y 0,30 mm. de grosor. Informarle que la punción seca es una técnica utilizada frecuentemente y desde hace más de 20 años, sobretodo en el ámbito del tratamiento del dolor miofascial en Fisioterapia, pero que hasta la fecha no se conoce su aplicación del modo y abordaje propuestos en el estudio en el que usted va a participar.

Para una mejor comprensión del proceder la técnica utilizada en este estudio, pasamos a realizar una descripción extensa, acompañada de información visual:

Se introducen cuatro agujas de punción seca de tamaño 25x0,30 mm, desde un abordaje en la cara anterior de la muñeca. Las dos más proximales se sitúan a la altura de los huesos escafoides y piramidal respectivamente. Las otras dos más distales se colocan, de forma opuesta y cruzada a las dos primeras, a nivel de los huesos gancho y trapecio. Las cuatro agujas siguen una dirección oblicua, siempre a dorsal y buscando la línea media del centro del túnel carpiano, con una inclinación de 45° tanto para la dirección cráneo-caudal como para la medial-lateral. Para cada una de las agujas se profundiza hasta llegar a sentir un tope elástico firme, tratándose presumiblemente del ligamento transversal del carpo."



Después de la aplicación de las agujas de la forma escrita, se manipularán siguiendo los parámetros que marca la técnica de enrollamiento fascial, descrita así por el autor de este estudio, y basada en experiencias de otros autores precedentes. De esta forma, se realiza una rotación de las agujas en un mismo sentido (horario o anti horario resulta indiferente) hasta llegar a sentir el fenómeno descrito en la literatura previa como "agarre de la aguja", en el que la aguja queda frenada sin poder rotar más.

¿TENGO OBLIGACIÓN DE PARTICIPAR?

La decisión sobre participar o no en la investigación le corresponde a usted. En el caso de no querer participar, o bien querer abandonar, es libre de hacerlo en cualquier momento. Si decide participar, se le entregará un formulario de consentimiento informado para que lo firme.

¿CÚALES SON MIS OBLIGACIONES?

Usted solamente se compromete a asistir al lugar y fecha que le será indicado para poder realizar el estudio de investigación.

¿CUÁLES SON LOS POSIBLES EFECTOS SECUNDARIOS, RIESGOS Y MOLESTIAS ASOCIADOS A LA PARTICIPACIÓN?

Los efectos secundarios más frecuentes y conocidos de la técnica de punción seca de forma general son:

- dolor posterior al tratamiento, que puede durar entre unas pocas horas o dos-tres días.
- hematomas ocasionales, por lo general de tipo superficial.

Tratándose de un abordaje original, los posibles riesgos de importancia derivados de la técnica son desconocidos. Pero por la región anatómica donde se aplica, y al realizarse bajo un control ecográfico, se espera sean inexistentes o muy bajos.

¿CUÁLES SON LOS POSIBLES BENEFICIOS DE PARTICIPAR?

El beneficio de participar en este estudio no es tanto personal para usted, como de tipo comunitario o salud pública. Está contribuyendo en desarrollar una posible herramienta de tratamiento más eficaz e inocua que otras existentes actualmente para el tratamiento del síndrome del túnel carpiano u otros cuadros patológicos en esta zona.

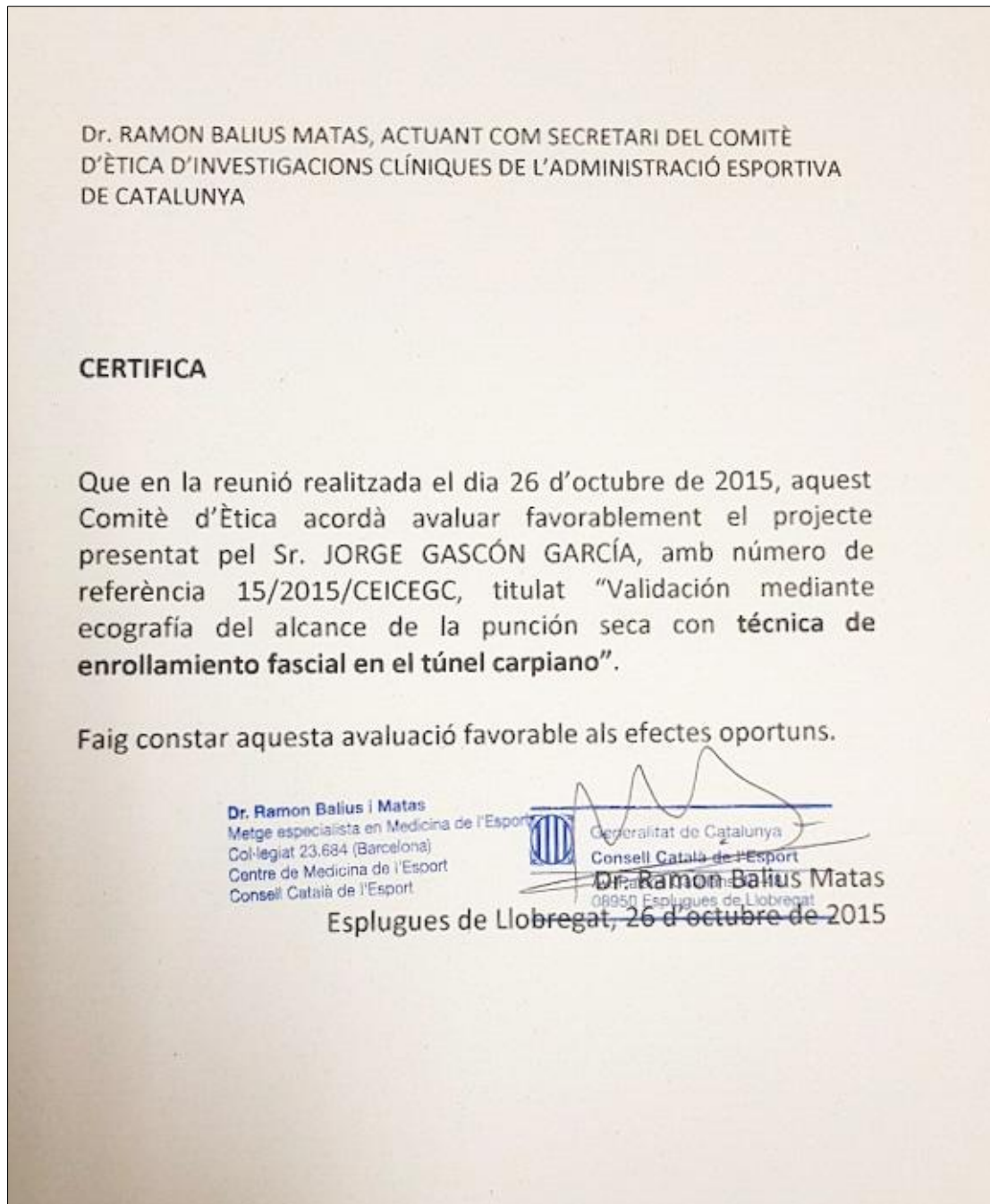
¿CÓMO SE VAN A UTILIZAR MIS DATOS DEL ESTUDIO?

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de los sujetos participantes en el estudio, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.


Estos datos, no incluyen su nombre ni su dirección, sino que se le asignará un número de código. Únicamente el equipo investigador, tendrá acceso a la clave del código que permite asociar los datos del estudio con ustedes. No obstante, las autoridades reguladoras, el comité de ética independiente u otras entidades de supervisión podrán revisar sus datos personales. El objetivo de dichas revisiones es garantizar la dirección adecuada del estudio o la calidad de los datos del estudio.

Si retiran el consentimiento de utilizar sus datos del estudio, no podrán seguir participando en la investigación. Deben tener en cuenta que los resultados del estudio podrán aparecer publicados en bibliografía, si bien su identidad no será revelada.

Anexo 4: Dictamen favorable del Comité d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de Catalunya – “Validation of the range of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel using ultrasound” (283).



Anexo 5: Dictamen favorable del CER de la Universitat Internacional de Catalunya .

Universitat Internacional de Catalunya	Comitè d'Ètica de Recerca	
-------------------------------------------	------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

APROVACIÓ PROJECTE PEL CER/ APROBACIÓN PROYECTO POR EL CER

Codi de l'estudi / Código del estudio: FIS-2019-04
Versió del protocol / Versión del protocolo: 1.0
Data de la versió / Fecha de la versión: 15-03-19

Sant Cugat del Vallès, 20 de març de 2019

Doctorand: Jorge Gascón García
Directora de Tesi: Dra. Caridad Bagur Calafat
Codirectora: Dra. Montserrat Girabent

Títol de l'estudi / Título del estudio: Eficacia de la técnica de Punción Seca por enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano

Benvolgut/da,

Valorat el projecte presentat, el CER de la Universitat Internacional de Catalunya, considera que, el contingut de la investigació, no implica cap inconvenient relacionat amb la dignitat humana, tracte ètic per als animals ni atempta contra el medi ambient, ni té implicacions econòmiques ni conflicte d'interessos, però no s'han valorat els aspectes metodològics del projecte de recerca degut a que tal anàlisis correspon a d'altres instàncies.

Per aquests motius, el Comitè d'Ètica de Recerca, **RESOLT FAVORABLEMENT**, emetre aquest **CERTIFICAT D'APROVACIÓ**, per que pugui ser presentat a les instàncies que així ho requereixin.

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.

Atentament,


Apreciado/a,

Valorado el proyecto presentado, el CER de la Universidad Internacional de Catalunya, considera que, el contenido de la investigación, no implica ningún inconveniente relacionado con la dignidad humana, trato ético para los animales, ni atenta contra el medio ambiente, ni tiene implicaciones económicas ni conflicto de intereses, pero no se han valorado aspectos metodológicos del proyecto de investigación debido a que tal análisis corresponde a otras instancias.

Por estos motivos, el Comité d'Ètica de Recerca, RESUELVE FAVORABLEMENTE, emitir este CERTIFICADO DE APROBACIÓN, para que pueda ser presentado a las instancias que así lo requieran.

Me permito recordarle que, si el proceso de ejecución se produjera algún cambio significativo en sus planteamientos, debería ser sometido nuevamente a la revisión y aprobación del CER.

Atentamente,



Dr. Josep Maria Guardiola
President CER-UIC

Anexo 6: “Consentimiento informado” y “Documento de información al paciente” – “Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: *“Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.*

Nombre de los promotores del estudio:

- Dra. Silvia López Marne. Servicio de Traumatología del Hospital Universitario de Bellvitge.
- D. Jordi Gascón García. Departamento de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC)

Yo, Sr. / Sra.:

- He recibido información verbal acerca del estudio y he leído la información escrita que se adjunta, de la que he recibido una copia.
- He comprendido lo que se me ha explicado.
- He podido comentar el estudio y realizar preguntas al profesional responsable.
- Doy mi consentimiento para tomar parte en el estudio y asumo que mi participación es totalmente voluntaria.
- Entiendo que podré retirarme en cualquier momento.

Mediante la firma de este formulario de consentimiento informado, doy mi consentimiento para que mis datos personales se puedan utilizar como se ha descrito en este formulario de consentimiento, que cumple con el Reglamento (UE) 2016/679 General de Protección de Datos, además de la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) 15/1999.

De igual forma, se me informa que el presente estudio cumple la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento informado.

Firma del participante:
Fecha:
N.º de DNI:

Firma del investigador:
Fecha:
Nombre:
N.º de DNI:

REVOCACION DEL CONSENTIMIENTO

Yo, Sr./ Sra.revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo continuar participando en el estudio *“Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.*

Firma del paciente: **Firma del investigador:**

Fecha: **Fecha:**

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL SUJETO PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO.

Título: “Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.

Nombre de los promotores del estudio:

- Dra. Silvia López Mame. Servicio de Traumatología del Hospital Universitario de Bellvitge.
- D. Jordi Gascón García. Departamento de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC)

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 de Ética del Hospital Universitari de Bellvitge. Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda decidir si acepta o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir.

Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Le invitamos a participar en el estudio porque ha sido diagnosticado de síndrome del túnel carpiano. Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir NO participar. Si decide participar, puede cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su atención sanitaria.

¿POR QUÉ SE REALIZA ESTE ESTUDIO?

El síndrome del túnel carpiano es la neuropatía periférica de la mano por atrapamiento más frecuente. Se produce por la compresión del nervio mediano en la muñeca, en concreto en el conocido como túnel carpiano. Esta compresión se traduce en una irritación del mismo nervio, provocando dolor y/o hormigueo en la mano y dedos, así como una posible disminución de la fuerza de prensión de la mano.

El tratamiento más frecuentemente aplicado para este síndrome es la cirugía, donde se secciona el ligamento transversal del carpo con el objetivo de disminuir la presión sobre el nervio mediano. A nivel conservador, existen diferentes tratamientos en el campo de la Fisioterapia que también buscan los mismos efectos: disminuir la presión en el interior del túnel carpiano y, en consecuencia, la compresión e irritación sobre el nervio mediano.

La técnica de punción seca se utiliza frecuentemente y desde hace más de 20 años, sobretodo en el ámbito del tratamiento del dolor miofascial en Fisioterapia. Su efecto a nivel del túnel carpiano ha sido investigado en un estudio previo, sin constatar efectos adversos o no deseados de importancia. Hasta la fecha no se ha aplicado en pacientes afectados de síndrome del túnel carpiano.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: *"Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano"*.

Nombre de los promotores del estudio:

- Dra. Silvia López Marne. Servicio de Traumatología del Hospital Universitario de Bellvitge.
- D. Jordi Gascón García. Departamento de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC)

Yo, Sr. / Sra.:

- He recibido información verbal acerca del estudio y he leído la información escrita que se adjunta, de la que he recibido una copia.
- He comprendido lo que se me ha explicado.
- He podido comentar el estudio y realizar preguntas al profesional responsable.
- Doy mi consentimiento para tomar parte en el estudio y asumo que mi participación es totalmente voluntaria.
- Entiendo que podré retirarme en cualquier momento.

Mediante la firma de este formulario de consentimiento informado, doy mi consentimiento para que mis datos personales se puedan utilizar como se ha descrito en este formulario de consentimiento, que cumple con el Reglamento (UE) 2016/679 General de Protección de Datos, además de la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) 15/1999.

De igual forma, se me informa que el presente estudio cumple la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento informado.

Firma del participante:

Fecha:

N.º de DNI:

Firma del investigador:

Fecha:

Nombre:

N.º de DNI:

REVOCACION DEL CONSENTIMIENTO

Yo, Sr./ Sra.revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo continuar participando en el estudio *"Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano"*.

Firma del paciente:

Firma del investigador:

Fecha:

Fecha:

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL SUJETO PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO.

Título: *“Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.*

Nombre de los promotores del estudio:

- Dra. Silvia López Marné. Servicio de Traumatología del Hospital Universitario de Bellvitge.
- D. Jordi Gascón García. Departamento de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC)

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 de Ética del Hospital Universitari de Bellvitge. Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda decidir si acepta o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir.

Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Le invitamos a participar en el estudio porque ha sido diagnosticado de síndrome del túnel carpiano. Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir NO participar. Si decide participar, puede cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su atención sanitaria.

¿POR QUÉ SE REALIZA ESTE ESTUDIO?

El síndrome del túnel carpiano es la neuropatía periférica de la mano por atrapamiento más frecuente. Se produce por la compresión del nervio mediano en la muñeca, en concreto en el conocido como túnel carpiano. Esta compresión se traduce en una irritación del mismo nervio, provocando dolor y/o hormigueo en la mano y dedos, así como una posible disminución de la fuerza de prensión de la mano.

El tratamiento más frecuentemente aplicado para este síndrome es la cirugía, donde se secciona el ligamento transversal del carpo con el objetivo de disminuir la presión sobre el nervio mediano. A nivel conservador, existen diferentes tratamientos en el campo de la Fisioterapia que también buscan los mismos efectos: disminuir la presión en el interior del túnel carpiano y, en consecuencia, la compresión e irritación sobre el nervio mediano.

La técnica de punción seca se utiliza frecuentemente y desde hace más de 20 años, sobretodo en el ámbito del tratamiento del dolor miofascial en Fisioterapia. Su efecto a nivel del túnel carpiano ha sido investigado en un estudio previo, sin constatar efectos adversos o no deseados de importancia. Hasta la fecha no se ha aplicado en pacientes afectados de síndrome del túnel carpiano.

¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL ESTUDIO?

Los investigadores del presente estudio tienen como objetivo principal comprobar si la aplicación de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en pacientes con síndrome del túnel carpiano es eficaz en la mejora y resolución de los síntomas que presentan estos pacientes, llegándose a poder evitar el tratamiento de cirugía a este nivel.

¿CÓMO SE VA A REALIZAR EL ESTUDIO?

Para la realización del estudio será necesario la participación de un total de 86 individuos. Se formarán dos grupos de pacientes: uno de ellos recibirá el tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial, mientras que al otro no se le aplicará ningún tratamiento extraordinario, más allá del tratamiento médico normal en los pacientes incluidos en lista de espera para cirugía del síndrome del túnel carpiano. La asignación de los pacientes a uno u otro grupo se realizará al azar, es decir, como si lanzáramos una moneda al aire. Esto se hace así para asegurarnos de que los pacientes de ambos grupos son similares.

La aplicación del tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial se hará con una frecuencia de 1 sesión a la semana, en un total de 6 semanas y sesiones. Para ello tendrá que acudir al Hospital en las fechas y horarios en que los miembros del equipo investigador del estudio le indiquen.

Para la aplicación del tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial se introducen cuatro agujas con una medida de 25 mm. de longitud y 0,30 mm. de grosor, similares a las utilizadas para acupuntura, en la región anterior del túnel carpiano. Según resultados obtenidos en un estudio previo estas agujas alcanzan el ligamento transverso del carpo, actuando en forma de tracción y estiramiento sobre el mismo. De esta forma, se espera que el estiramiento del ligamento transverso del carpo se traduzca en una relajación del mismo, disminuyendo la presión existente en el interior del túnel y compresión e irritación del nervio mediano.

Además de la visita inicial, se le hará un seguimiento durante las siguientes semanas. Al grupo al que se le aplica punción seca se le controlará a las 2, 4, 6, 8 y 12 semanas, mientras que al grupo que no se le practica ningún tratamiento extraordinario se le hará a las 6 y 12 semanas.

¿QUÉ BENEFICIOS PUEDO OBTENER POR PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Con este estudio se pretende obtener una información que a día de hoy no tenemos. Es decir, si merece la pena o no utilizar en la práctica clínica el tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano. Para ello es necesario demostrar que es eficaz y segura. Si el tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial demostrara ser eficaz y usted hubiera sido asignado a dicho grupo, podría tener un beneficio directo por su participación en el estudio, evitando incluso el tratamiento quirúrgico que se le ha indicado. En cualquier caso, a día de hoy, no podemos asegurarle que usted vaya a recibir este beneficio por su participación en el estudio. Pero es importante que sepa que con su participación en el mismo, con independencia de si recibe el tratamiento de punción seca o no, puede contribuir a un avance científico que sirva para mejorar la calidad de vida de las personas con su misma lesión.

¿QUÉ RIESGOS Y/O MOLESTIAS PUEDO SUFRIR POR PARTICIPAR EN EL ESTUDIO?

Después del tratamiento de punción seca con técnica de enrollamiento fascial podría presentar en la zona del pinchazo molestias debidas al propio pinchazo, y que podrían durar entre unas pocas horas o dos-tres días como máximo. De igual forma, se podrían producir hematomas de forma ocasional, por lo general de tipo superficial.

Es importante que informe a cualquiera de los miembros del equipo investigador si experimenta alguna de estas u otras reacciones adversas, aunque piense que no tienen relación con el estudio.

SEGURO

El presente estudio cuenta con la cobertura de una póliza de seguro de responsabilidad civil emitida por la empresa Société Hospitalière d'Assurances Mutuelles (SHAM), con nº de póliza 155898, que cubriría los posibles daños inesperados causados por su participación en el estudio, siempre que estos daños no sean consecuencia de la evolución de la enfermedad o por ineficacia del tratamiento.

¿QUÉ DATOS SE VAN A RECOGER?

Se recogerán datos personales (número de historia clínica, edad, sexo, talla, peso y profesión), así como datos sobre su lesión (estudios de electromiografía y ecografía, presencia e intensidad de dolor, hormigueo y funcionalidad de la mano, nivel de fuerza de prensión manual, intensidad de dolor provocado por la técnica de punción seca aplicada, toma de medicación y presencia de dolor cervical). Estos registros se harán los mismos días que acuda usted a las visitas al Hospital, en la visita inicial, y a las 2, 4, 6, 8 y 12 semanas al grupo al que se le aplica punción seca, y a las 6 y 12 semanas al grupo que no se le practica ningún tratamiento extraordinario.

En cada una de estos controles se le entregará unos cuestionarios sobre cómo evoluciona su lesión, para que los rellene usted mismo, con la ayuda del investigador si hiciese falta.

¿CÓMO SE TRATARÁN MIS DATOS Y CÓMO SE PRESERVARÁ LA CONFIDENCIALIDAD?

Todos sus datos se tratarán confidencialmente por personas relacionadas con el equipo investigador y obligadas por el deber de secreto profesional. También podrían tener acceso las autoridades sanitarias y algún miembro designado del Comité de Ética de Investigación Clínica que supervisa el estudio, si así lo solicitaran. Estos controles se realizan para garantizar que se han respetado los derechos de los pacientes. No se utilizará su nombre y apellidos para guardar junto con la información registrada. En su lugar se utilizará un código y solamente el investigador principal podrá relacionar su nombre con el código.

El estudio en el que participará cumple con el Reglamento (UE) 2016/679 General de Protección de Datos, además de la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) 15/1999.

De acuerdo con la LOPD 15/1999, debe saber que tiene derecho a acceder a los datos que de usted se guarden, a rectificarlos, a cancelarlos y a oponerse a su uso, sin tener que dar ninguna explicación. Asimismo, también puede decidir limitar el tratamiento de los datos que ha facilitado para el estudio que sean incorrectos, solicitar una copia o que se trasladen a un tercero (portabilidad) de su elección. En el caso de

querer ejercer alguno de estos derechos, podrá dirigirse a cualquiera de los promotores del estudio, mencionados al inicio de este documento, para que desarrollen las gestiones pertinentes.

Debe conocer que en caso de transmisión de datos del estudio a terceros países fuera de la UE o del Espacio Económico Europeo (EEE) el promotor del estudio garantiza que sus datos como participante quedarán protegidos por salvaguardas tales como contratos u otros mecanismos por las autoridades de protección de datos. Si usted quisiera tener más información a este respecto, puede dirigirse a cualquiera de los promotores del estudio para que le faciliten el contacto de su Delegado/a de Protección de Datos.

Deben tener en cuenta que los resultados del estudio podrán aparecer publicados en bibliografía, si bien su identidad no será revelada.

Los promotores del estudio conservarán los datos registrados de este estudio clínico durante al menos 25 años.

¿QUIÉN SUPERVISA EL ESTUDIO?

El Comité de Ética de Investigación Clínica del Hospital Universitari de Bellvitge, que es el organismo encargado de evaluar la seguridad de los pacientes y los aspectos éticos y metodológicos de este estudio, ha aprobado el estudio, así como la presente hoja de información y el formulario de consentimiento informado.

¿CON QUIÉN PUEDO CONTACTAR EN CASO DE DUDA?

Los siguientes investigadores de los Servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología, y de Neurología Clínica del Hospital Universitario de Bellvitge serán los responsables del ensayo y de informar y contestar a sus dudas y preguntas:

Dra. Silvia López Marne.

Dra. Mónica Povedano Panades.

Sr. Jordi Gascón García.

Teléfonos:

..... / Extensión:

..... / Extensión:

Anexo 7: Dictamen favorable del Comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital
 – “Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.

 <p>Bellvitge Hospital Universitari</p> <p><small>Institut Català de la Salut</small></p>	 <p>Generalitat de Catalunya Departament de Salut</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DEL COMITÈ DE ÈTICA DE DE LA INVESTIGACIÓ SOBRE ENMIENDAS DE TIPO ADMINISTRATIVO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

El Comité de Ética de la Investigación de Medicamentos (CEIm) del Hospital Universitari de Bellvitge, mediante el procedimiento de evaluación rápida de la documentación contemplado en los Procedimientos Normalizados de Trabajo del Comité (esta aprobación constará en el Acta 22/18 de fecha 20/12/2018), tras examinar toda la documentación presentada sobre el proyecto de investigación con nuestra ref. **PR243/18**, titulado:

“EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA CON TÉCNICA DE ENROLLAMIENTO FASCIAL EN EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO ”.

Presentado por la Dra. SILVIA LÓPEZ MARNE del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Bellvitge, como investigadora principal, y promovido por la propia investigadora y el Dr. Jordi Gascón García del Departamento de Fisioterapia de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC), el Comité ha decidido emitir **INFORME FAVORABLE** al mencionado proyecto.

Documentos evaluados:

TIPO	VERSION
Protocolo	Versión Abril 2018
Consentimiento Informado y Hoja de Información al paciente	Versión 1 11-Jun-2018
Autorización Departamento de Personas del Hospital Universitari de Bellvitge	--

Que la composición actual del Comité de Ética de la Investigación de Medicamentos (CEIm) del Hospital Universitari de Bellvitge es la siguiente:

Presidente	Dr. Francesc Esteve Urbano	Médico - Medicina Intensiva
Vicepresidente	Dra. Pilar Hereu Boher	Médico - Farmacología Clínica
Secretario	Dr. Enric Sospedra Martínez	Farmacéutico - Farmacia Hospitalaria
Vocales:	Dr. Jordi Adamuz Tomás	Enfermero – Enfermería



Hospital Universitari de Bellvitge
 Felixa Llarga s/n
 08507 L'Hospitalet de Llobregat
 Tel. 932 607 500
 www.bellvitgehospital.cat

Dra. Maria Berdasco Menéndez	Bióloga - miembro no sanitario
Dra. Concepción Cañete Ramos	Médico - Neumología
Dr. Enric Condom Mundo	Médico - Anatomía Patológica
Dr. Xavier Corbella Virós	Médico - Medicina Interna
Sra. Consol Felip Farrás	Miembro Laico - Docencia
Dr. José Luis Ferreiro Gutiérrez	Médico - Cardiología
Dra. Ana María Ferrer Artola	Farmacéutica - miembro sanitario
Dr. Josep Ricard Frago Montanuy	Médico - Cirugía General y Digestiva
Dr. Xavier Fulladosa Oliveras	Médico - Nefrología
Dra. Margarita García Martín	Médico - Oncología Médica
Dr. Carles Lladó i Carbonell	Médico- Urología
Dr. Josep Manel Llop Talaveron	Farmacéutico - Farmacia Hospitalaria
Sra. Sonia López Ortega	Graduado Social - Atención a la Ciudadanía
Dr. Sergio Morchón Ramos	Médico - Medicina Preventiva
Dr. Joan Josep Queralt Jiménez	Jurista
Dr. Ricard Ramos Izquierdo	Médico - Cirugía Torácica
Dra. Gemma Rodríguez Palomar	Farmacéutica - Atención Primaria
Dra. Nuria Sala Serra	Bióloga - miembro no sanitario
Dr. Petru Cristian Simon	Médico - Farmacología Clínica

Que este Comité cumple la legislación española vigente para este tipo de proyectos, así como las normas ICH y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Que en dicha reunión del Comité se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Lo que firmo en L'Hospitalet de Llobregat, a 20 de diciembre de 2018.




Fdo. Dr. Enric Sospedra Martínez
Secretario del CEIm

Anexo 8: Resultados según modelo de análisis estadístico *por protocolo* del ECA realizado en la segunda fase de la tesis – “Eficacia de la punción seca con técnica de enrollamiento fascial en el síndrome del túnel carpiano”.

6.2.1. Descripción de la muestra.

Tabla 52. Descriptivo basal de la muestra.

La columna [ALL] hace referencia al total de pacientes incluidos, mientras que tanto en las columnas *Control* como *Intervención* se recoge el número de muñecas incluidas en cada grupo. Se marcan con un (*) aquellas variables en las que sólo se considera el número de muñecas incluidas en el estudio como el total de la muestra.

Descriptivo basal de la muestra

	[PAC]	Control	Intervención	p-valor
	N=58	N=39	N=41	
Sexo, N (%):				0.791
Hombre	13 (22.40%)	8 (20.5%)	10 (24.4%)	
Mujer	45 (77.6%)	31 (81.4%)	31 (75.6%)	
Edad, Media (DE)	55.5 (11.8)	54.4 (13.5)	56.0 (10.7)	0.550
Edad, Mediana [Q1;Q3]	53.0 [48.2;62.5]	51.0 [46.0;62.5]	53.0 [50.0;63.0]	0.413
IMC, Media (DE)	28.8 (5.90)	30.1 (6.94)	27.6 (4.66)	0.060
IMC, N (%):				0.148
Normal	16 (27.6%)	7 (17.9%)	15 (36.6%)	
Sobrepeso	22 (37.9%)	16 (41.0%)	15 (36.6%)	
Obesidad	20 (34.5%)	16 (41.0%)	11 (26.8%)	
Perímetro muñeca derecha, Media (DE) (*)		16.9 (1.03)	16.9 (0.93)	0.951
Perímetro muñeca derecha, Mediana [Q1;Q3] (*)		17.0 [16.3;17.3]	17.1 [16.2;17.5]	0.768
Perímetro muñeca izquierda, Media (DE) (*)		17.5 (1.06)	16.5 (0.97)	0.005
Perímetro muñeca izquierda, Mediana [Q1;Q3] (*)		17.4 [17.0;18.0]	16.2 [15.5;17.3]	0.008
Profesión, N (%):				0.26
No esfuerzo manual	12 (20.7%)	5 (12.8%)	13 (31.7%)	
Esfuerzo manual bajo	16 (27.6%)	14 (35.9%)	8 (19.5%)	
Esfuerzo manual moderado	27 (46.6%)	17 (43.6%)	18 (43.9%)	
Esfuerzo manual intenso	3 (5.17%)	3 (7.69%)	2 (4.88%)	

Descriptivo basal de la muestra

	[PAC]	Control	Intervención	p-valor
Mano dominante, N (%):				0.616
Derecha	55 (94.8%)	38 (97.4%)	37 (90.2%)	
Izquierda	2 (3.45%)	1 (2.56%)	3 (7.32%)	
Ambidiestro	1 (1.72%)	0 (0.00%)	1 (2.44%)	
Muñeca afectada STC, N (%): (*)				0.170
Derecha		25 (64.1%)	19 (46.3%)	
Izquierda		14 (35.9%)	22 (53.7%)	
STC bilateral, N (%):				
No	35 (60.3%)	19 (48.7%)	16 (39.0%)	
Sí	23 (39.7%)	20 (51.3%)	25 (61.0%)	
Presencia de dolor cervical, N (%): (*)				0.661
No		0 (0.00%)	1 (7.14%)	
Sí		17 (100%)	13 (92.9%)	
Tiempo de dolor cervical, N (%): (*)				0.457
Agudo		0 (0.00%)	1 (6.25%)	
Crónico		19 (100%)	15 (93.8%)	
Toma de medicación, N (%): (*)				
No		(56.1%)	(65.12%)	
Sí		(43.9%)	(34.88%)	
Uso de Férula, N (%): (*)				
No		14 (38.89%)	14 (35%)	
Sí		22 (61.11%)	26 (65%)	

Tabla 53. Distribución de la muestra según categorías electromiográficas del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

Nivel basal de afectación del nervio mediano (por categorías)		
	Control	Intervención
	<i>N=39</i>	<i>N=41</i>
Grado de afectación, N (%):		
Leve	18 (46.2%)	17 (41.5%)
Moderado	21 (53.8%)	24 (58.5%)

Tabla 54. Distribución de la muestra según todos los subgrupos electromiográficos del nivel de afectación basal del nervio mediano, antes de iniciarse el estudio (semana 0).

Nivel basal de afectación del nervio mediano (por subgrupos)		
	Control	Intervención
	<i>N=43</i>	<i>N=43</i>
Grado de afectación, N (%):		
Normal	0 (0.00%)	0 (0.00%)
Incipiente	1 (2.56%)	5 (12.2%)
Leve	17 (43.6%)	12 (29.3%)
Leve-Mod	4 (10.3%)	5 (12.2%)
Moderado	12 (30.8%)	13 (31.7%)
Mod-Severo	5 (12.8%)	6 (14.6%)
Severo	0 (0.00%)	0 (0.00%)

6.2.2. Necesidad de cirugía.

Tabla 55. Indicación de cirugía al final del estudio (12 semanas).

Necesidad de cirugía a las 12 semanas		
	Control	Intervención
	N=39	N=41
Necesidad de cirugía, N (%):		
No	16 (41.0%)	32 (78.0%)
Sí	23 (59.0%)	9 (22.0%)

Tabla 56. Riesgo relativo de la indicación de cirugía a las 12 semanas.

Se muestran los resultados según análisis en crudo (columna situada más a la izquierda) y ajustado por diferentes variables (columnas central y la situada más a la derecha).

	Indicación de cirugía				Indicación de cirugía				Indicación de cirugía			
	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	0.59	0.44	0.8	0.001	0.15	0.02	1.23	0.077	0.51	0.3	0.86	0.011
Grupo (Intervención)	0.37	0.19	0.71	0.003	0.42	0.22	0.77	0.006	0.35	0.18	0.68	0.002
Edad					1	0.98	1.02	0.913				
Sexo					1.9	0.68	5.29	0.221				
IMC					1.01	0.99	1.04	0.369				
Grado de afectación (Moderado)					1.79	1.02	3.13	0.042				
Dolor cervical (Sí)									1.2	0.67	2.15	0.539
Medicación (Sí)									0.96	0.53	1.74	0.886
Férula nocturna (Sí)									1.39	0.79	2.42	0.251
	80				80				78			

Tabla 57. Necesidad de cirugía al final del estudio (12 semanas).
Según el nivel de afectación inicial.

Necesidad de cirugía a las 12 semanas		
	Leve	Moderado
Control		
Indicación de cirugía, N (%): No	10 (55.6%)	6 (28.6%)
Indicación de cirugía, N (%): Sí	8 (44.4%)	15 (71.4%)
Intervención		
Indicación de cirugía, N (%): No	15 (88.2%)	17 (70.8%)
Indicación de cirugía, N (%): Sí	2 (11.8%)	7 (29.2%)

6.2.3. Nivel de afectación del nervio mediano – estudio electromiográfico.

Tabla 58. Distribución de la muestra según niveles de afectación del nervio mediano (comparativa entre el inicio y final del estudio).

Tabla cruzada que muestra los cambios en la distribución de la muestra entre el inicio y final del estudio, según grupos y niveles de afectación del nervio mediano. Las filas corresponden al número de muestras incluidas en los diferentes niveles de afectación al inicio del estudio (semana 0), mientras las columnas corresponden al número de muestras incluidas en estos mismos niveles al final del mismo (semana 12).

		Final del estudio (semana 12)							
		Grupo control				Grupo intervención			
		Normal	Leve	Moderado	Severo	Normal	Leve	Moderado	Severo
Inicio del estudio (semana 0)	(sem. 0)								
	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0
	Leve	0	16	1	0	4	12	1	0
	Moderado	0	1	16	2	0	2	21	0
	Severo	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 59. Tabla comparativa entre la distribución de los grupos según el nivel de afectación del nervio mediano al final del estudio (semana 12).

	Control N=36	Intervención N=40	p-valor
Normal, N (%):			0.117
No	36 (100%)	36 (90.0%)	
Sí	0 (0.00%)	4 (10.0%)	
Leve, N (%):			0.396
No	19 (52.8%)	26 (65.0%)	
Sí	17 (47.2%)	14 (35.0%)	
Moderado, N (%):			0.654
No	19 (52.8%)	18 (45.0%)	
Sí	17 (47.2%)	22 (55.0%)	
Severo, N (%):			0.221
No	34 (94.4%)	40 (100%)	
Sí	2 (5.56%)	0 (0.00%)	

Tabla 60. Resultados de los diferentes parámetros electromiográficos según grupo y momento del estudio.

SNAP: potencial de acción nervioso sensitivo; Amp: amplitud; V: velocidad de conducción; CMAP: potencial de acción muscular compuesto; lat: latencia.

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
SNAP Amp palma, Media (DE)	31.4 (18.5)	32.8 (18.2)	32.3 (17.9)	35.0 (19.8)
SNAP Amp palma, Mediana [Q1;Q3]	29.8 [19.8;38.1]	30.2 [16.7;45.4]	33.3 [16.2;40.1]	28.2 [19.5;46.9]
SNAP Amp carpo, Media (DE)	26.2 (13.9)	25.7 (16.0)	25.9 (14.3)	26.1 (17.2)
SNAP Amp carpo, Mediana [Q1;Q3]	26.2 [15.6;32.9]	22.4 [13.9;34.7]	26.5 [15.5;32.0]	21.2 [12.8;34.2]
SNAP V distal, Media (DE)	52.9 (7.15)	50.6 (7.12)	49.4 (14.0)	51.1 (5.32)
SNAP V distal, Mediana [Q1;Q3]	52.6 [48.9;56.5]	50.3 [48.0;54.9]	53.5 [46.0;56.9]	52.0 [47.6;54.9]
SNAP V carpo, Media (DE)	34.3 (7.45)	34.1 (8.12)	34.7 (8.26)	35.0 (9.16)
SNAP V carpo, Mediana [Q1;Q3]	36.1 [28.5;39.3]	34.1 [27.7;38.4]	37.2 [29.1;39.8]	33.1 [28.5;42.1]
SNAP duración, Media (DE)	1.95 (0.43)	2.14 (0.46)	2.02 (0.54)	2.02 (0.45)

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
SNAP duración, Mediana [Q1;Q3]	1.96 [1.52;2.34]	2.08 [1.82;2.34]	1.85 [1.72;2.30]	1.98 [1.66;2.40]
CMAP Amp, Media (DE)	9.81 (2.99)	9.93 (2.75)	10.1 (3.01)	10.5 (3.17)
CMAP Amp, Mediana [Q1;Q3]	9.20 [7.60;11.8]	10.0 [7.90;11.1]	8.90 [7.88;12.7]	9.55 [8.20;12.2]
CMAP lat distal, Media (DE)	4.24 (0.83)	4.29 (0.89)	4.20 (0.89)	4.15 (0.85)
CMAP lat distal, Mediana [Q1;Q3]	4.06 [3.57;4.79]	4.22 [3.65;4.84]	4.14 [3.48;4.54]	4.08 [3.44;4.87]

(DE): desviación estándar

Tabla 61. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (*amp*) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAPs) a nivel del carpo y de la palma. Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP amp palma				SNAP amp palma			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercept)	31.97	3.19	25.71 to 38.22	<0.001	7.49	3.55	0.53 to 14.45	0.035
Grupo (Intervención)	3.19	3.96	-4.57 to 10.95	0.421	-2.34	5.08	-12.31 to 7.62	0.645
SNAP amp palma basal					0.77	0.09	0.59 to 0.96	<0.001
Grupo (Intervención)*SNAP amp palma basal					0.13	0.14	-0.14 to 0.39	0.353
Random Effects								
σ^2	139.96				99.96			
τ_{00}	220.98	<small>id_paciente</small>			16.55	<small>id_paciente</small>		
ICC	0.61				0.14			
N	56	<small>id_paciente</small>			56	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	76				76			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.007 / 0.615				0.675 / 0.721			
AIC	651.618				584.567			

Predictores	SNAP amp carpo				SNAP amp carpo			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	26.49	2.57	21.45 to 31.53	<0.001	2.60	2.90	-3.09 to 8.28	0.371
Grupo (Intervención)	-0.94	3.00	-6.82 to 4.93	0.753	1.21	3.70	-6.04 to 8.46	0.743
SNAP amp carpo basal					0.90	0.09	0.71 to 1.08	<0.001
Grupo (Intervención)*SNAP amp carpo basal					-0.03	0.12	-0.26 to 0.20	0.795
Efectos Aleatorios:								
σ^2	65.75				37.91			
τ_{00}	180.86	id_paciente			25.60	id_paciente		
ICC	0.73				0.40			
N	56	id_paciente			55	id_paciente		
Observaciones	76				75			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.001 / 0.734				0.733 / 0.841			
AIC	617.538				529.857			

Tabla 62. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la velocidad de conducción (V) de los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAPs) a nivel del carpo y distal. Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP V carpo				SNAP V carpo			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	35.28	1.42	32.50 to 38.05	<0.001	1.83	3.40	-4.83 to 8.49	0.590
Grupo (Intervención)	-1.43	1.60	-4.58 to 1.71	0.371	3.14	4.34	-5.36 to 11.64	0.469
SNAP V carpo basal					0.97	0.10	0.78 to 1.16	<0.001
Grupo (Intervención)*SNAP V carpo basal					-0.10	0.12	-0.34 to 0.15	0.438
Efectos Aleatorios:								
σ^2	17.52				8.05			
τ_{00}	59.38	id_paciente			11.64	id_paciente		
ICC	0.77				0.59			
N	56	id_paciente			55	id_paciente		
Observaciones	76				75			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.007 / 0.774				0.719 / 0.885			
AIC	528.676				439.251			

Predictores	SNAP V distal				SNAP V distal			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	50.02	1.76	46.57 to 53.48	<0.001	22.56	11.75	-0.48 to 45.59	0.055
Grupo (Intervención)	-1.30	1.78	-4.79 to 2.19	0.465	16.50	14.84	-12.58 to 45.59	0.266
SNAP V distal basal					0.51	0.22	0.09 to 0.94	0.018
Grupo (Intervención)*SNAP V distal basal					-0.32	0.27	-0.85 to 0.22	0.247
Efectos Aleatorios:								
σ^2	18.12				16.61			
τ_{00}	111.42	<small>id_paciente</small>			107.69	<small>id_paciente</small>		
ICC	0.86				0.87			
N	56	<small>id_paciente</small>			56	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	76				76			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.003 / 0.861				0.055 / 0.874			
AIC	558.777				559.478			

Tabla 63. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la duración en los potenciales de acción nervioso sensitivo (SNAP) a nivel del carpo.
Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	SNAP duración				SNAP duración			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2.06	0.08	1.89 to 2.22	<0.001	0.65	0.28	0.10 to 1.20	0.021
Grupo (Intervención)	-0.03	0.10	-0.23 to 0.16	0.731	0.01	0.37	-0.72 to 0.73	0.986
SNAP duración basal					0.69	0.14	0.42 to 0.97	<0.001
Grupo (Intervención)*SNAP duración basal					-0.04	0.18	-0.39 to 0.32	0.838
Efectos Aleatorios:								
σ^2	0.08				0.04			
τ_{00}	0.17	<small>id_paciente</small>			0.12	<small>id_paciente</small>		
ICC	0.68				0.74			
N	56	<small>id_paciente</small>			55	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	76				75			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.001 / 0.683				0.360 / 0.834			
AIC	111.727				77.821			

Tabla 64. Análisis estadístico de la comparación de los resultados de la amplitud (Amp) y latencia (lat) en los potenciales de acción muscular compuesto (CMAP) a nivel del carpo.

Modelo de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por la interacción entre grupo y valor basal (columna de la derecha).

Predictores	CMAP Amp				CMAP Amp			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	10.63	0.52	9.62 to 11.65	<0.001	3.21	1.30	0.67 to 5.75	0.013
Grupo (Intervención)	-0.26	0.59	-1.41 to 0.90	0.664	0.65	1.76	-2.80 to 4.10	0.711
CMAP amp basal					0.72	0.12	0.48 to 0.96	<0.001
Grupo (Intervención)*CMAP amp basal					-0.04	0.17	-0.38 to 0.29	0.792
Efectos Aleatorios:								
σ^2	2.38				2.60			
τ_{00}	7.86 _{id_paciente}				2.90 _{id_paciente}			
ICC	0.77				0.53			
N	56 _{id_paciente}				56 _{id_paciente}			
Observaciones	76				76			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.002 / 0.768				0.430 / 0.730			
AIC	379.746				351.392			

Predictores	CMAP lat distal				CMAP lat distal			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	4.22	0.15	3.93 to 4.51	<0.001	0.01	0.39	-0.75 to 0.78	0.977
Grupo (Intervención)	-0.05	0.19	-0.42 to 0.33	0.815	0.50	0.51	-0.49 to 1.50	0.320
CMAP lat distal basal					1.00	0.09	0.82 to 1.17	<0.001
Grupo (Intervención)*CMAP lat distal basal					-0.14	0.12	-0.37 to 0.09	0.233
Efectos Aleatorios:								
σ^2	0.41				0.09			
τ_{00}	0.35 _{id_paciente}				0.10 _{id_paciente}			
ICC	0.46				0.53			
N	56 _{id_paciente}				56 _{id_paciente}			
Observaciones	76				76			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.001 / 0.463				0.751 / 0.883			
AIC	200.006				106.310			

6.2.4. Exploración física.

6.2.4.1. Diagnóstico clínico.

Tabla 65. Resultados de diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).

Diagnóstico clínico a las 12 semanas		
	Control	Intervención
	N=36	N=40
Diagnóstico clínico, N (%):		
No	7 (19.4%)	9 (22.5%)
Sí	29 (80.6%)	31 (77.5%)

Tabla 66. Análisis del riesgo relativo (*Risk Ratios*) respecto al diagnóstico clínico en la exploración física realizada al final del estudio (semana 12).

Modelo de regresión log-binomial ajustando según el grupo.

Diagnóstico clínico a las 12 semanas				
	Riesgo Relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
(Intercepto)	0.81	0.69	0.95	0.009
Grupo (Intervención)	0.96	0.76	1.21	0.744

78

6.2.4.2. Presencia de dolor en la mano.

Tabla 67. Resultados de la presencia de dolor en la mano.

Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de dolor en la mano manifestado por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

	Sem 0		Sem 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Presencia de dolor, N (%): No	7 (17.9%)	10 (24.4%)	22 (61.1%)	26 (65.0%)
Presencia de dolor, N (%): Sí	32 (82.1%)	31 (75.6%)	14 (38.9%)	14 (35.0%)

Tabla 68. Análisis estadístico de la presencia de dolor en la mano. Modelos de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales (columna de la derecha).

	Dolor en la mano				Dolor en la mano			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.39	0.25	0.61	<0.001	0.14	0.04	0.531	0.004
Grupo (Intervención)	0.9	0.45	1.8	0.765	0.9	0.47	1.76	0.768
Dolor en la mano basal (Sí)					3.19	0.82	12.49	0.095
	76				768			

6.2.4.3. Presencia de parestesias en la mano.

Tabla 69. Resultados de la presencia de parestesias en la mano. Comparativa entre grupos de la evolución en el estudio de la presencia de parestesias en la mano manifestada por los sujetos en la exploración física inicial (semana 0) y la final (semana 12).

Presencia de parestesias en la mano

	Sem 0		Sem 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Parestesias, N (%): No	7 (17.9%)	10 (24.4%)	22 (61.1%)	26 (65.0%)
Parestesias, N (%): Sí	32 (82.1%)	31 (75.6%)	14 (38.9%)	14 (35.0%)

Tabla 70. Análisis estadístico de la presencia de parestesias en la mano. Comparativa entre grupos según modelo de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales (columna de la derecha).

	Parestesias				Parestesias			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.89	0.77	1.02	0.103	0.99	0.84	1.17	0.908
Grupo (Intervención)	1.01	0.86	1.19	0.88	1.01	0.86	1.19	0.908
Parestesias basal (Sí)					0.9	0.8	1	0.052
	76				76			

6.2.4.4. Sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.

Tabla 71. Resultados de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano. Comparativa entre grupos al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Sensación de pérdida de fuerza en la mano			
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Prueba de fuerza, N (%): No	12 (30.8%)	16 (39.0%)	15 (41.7%)	32 (80.0%)
Prueba de fuerza, N (%): Sí	27 (69.2%)	25 (61.0%)	21 (58.3%)	8 (20.0%)

Tabla 72. Análisis estadístico de la sensación de pérdida de fuerza en la pinza de la mano.

Modelos de análisis en crudo (columna de la izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna de la derecha).

	Disminución fuerza pinza				Disminución fuerza pinza			
	Estimadas	IC: 2.5% 97.5%		p-valor	Estimadas	IC: 2.5% 97.5%		p-valor
Intercepto	1.4	0.69	2.86	0.356	0.2	0.04	0.93	0.039
Grupo (Intervención)	0.18	0.06	0.51	0.001	0.71	0.14	3.68	0.688
Fuerza pinza basal					19	3.21	112.44	0.001
Grupo (Intervención)*Fuerza pinza basal					0.12	0.01	1.07	0.058
	76				76			

6.2.4.5. Test de Phalen.

Tabla 73. Resultados en el test de Phalen.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Test de Phalen			
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Test de Phalen, N (%): Negativo	17 (44.7%)	15 (36.6%)	15 (41.7%)	15 (37.5%)
Test de Phalen, N (%): Positivo	21 (55.3%)	26 (63.4%)	21 (58.3%)	25 (62.5%)

Tabla 74. Análisis estadístico de los resultados en el test de Phalen.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Test Phalen				Test Phalen			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.58	0.43	0.79	<0.001	0.47	0.27	0.83	0.009
Grupo (Intervención)	1.07	0.73	1.56	0.721	0.85	0.36	2.02	0.712
Test Phalen basal (Positivo)					1.53	0.8	2.94	0.196
Grupo (Intervención)*Test Phalen basal (Positivo)					1.24	0.48	3.22	0.662
	76				75			

6.2.4.6. Test de Tinel.

Tabla 75. Resultados en el test de Tinel.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Test de Tinel			
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Signo Tinel, N (%): Negativo	24 (61.5%)	28 (68.3%)	30 (83.3%)	32 (80.0%)
Signo Tinel, N (%): Positivo	15 (38.5%)	13 (31.7%)	6 (16.7%)	8 (20.0%)

Tabla 76. Análisis estadístico de los resultados en el test de Tinel.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Test Tinel				Test Tinel			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.17	0.08	0.34	<0.001	0.09	0.02	0.34	<0.001
Grupo (Intervención)	1.2	0.43	3.37	0.729	0.81	0.12	5.64	0.836
Test Tinel basal (Positivo)					3.14	0.62	16.04	0.169
Grupo (Intervención)*Test Tinel basal (Positivo)					1.98	0.21	18.86	0.552
	76				76			

6.2.4.7. Test de compresión del nervio mediano.

Tabla 77. Resultados en el test de compresión del nervio mediano. Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Test compresión del nervio mediano, N (%): Negativo	18 (46.2%)	14 (34.1%)	18 (50.0%)	16 (41.0%)
Test compresión del nervio mediano, N (%): Positivo	21 (53.8%)	27 (65.9%)	18 (50.0%)	23 (59.0%)

Tabla 78. Análisis estadístico de los resultados en el test de compresión del nervio mediano. Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Test compresión del nervio mediano				Test compresión del nervio mediano			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.5	0.34	0.73	<0.001	0.28	0.13	0.61	0.001
Grupo (Intervención)	1.18	0.75	1.85	0.473	1.94	0.81	4.63	0.136
Test compresión del nervio mediano basal (Positivo)					2.6	1.11	6.1	0.028
Grupo (Intervención)*Test compresión del nervio mediano basal (Positivo)					0.44	0.16	1.18	0.103
	75				75			

6.2.4.8. Signo de Flick.

Tabla 79. Resultados en el signo de Flick.

Comparativa entre grupos en los resultados en la exploración física al inicio (semana 0) y final del estudio (semana 12).

	Signo de Flick			
	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
Signo Flick, N (%): Negativo	10 (25.6%)	11 (26.8%)	15 (42.5%)	22 (55.0%)
Signo Flick, N (%): Positivo	29 (74.4%)	30 (73.2%)	20 (57.1%)	18 (45.0%)

Tabla 80. Análisis estadístico de los resultados en el Signo de Flick.

Modelos de análisis en crudo (columna izquierda) y mediante regresión log-binomial ajustando respecto a los datos basales y por la interacción entre los datos basales y el grupo (columna derecha).

	Signo de Flick				Signo de Flick			
	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor	Riesgo relativo	IC: 2.5%	97.5%	p-valor
Intercepto	0.57	0.41	0.8	0.001	0.38	0.14	0.99	0.047
Grupo (Intervención)	0.79	0.47	1.31	0.354	0.97	0.25	3.83	0.965
Test Flick basal (Positivo)					1.68	0.64	4.38	0.289
Grupo (Intervención)*Test Flick basal (Positivo)					0.79	0.19	3.29	0.747
	75				75			

6.2.5. Exploración ecográfica.

Tabla 81. Resultados de los estudios ecográficos.

Comparativa entre los resultados al inicio y al final del estudio (semana 0 y 12 respectivamente) para los dos procedimientos ecográficos realizados.

AT-M: área transversal del nervio mediano a nivel de la muñeca. *AM-R*: ratio entre las áreas transversales del nervio mediano a nivel del antebrazo y de la muñeca. *(DE)*: desviación estándar.

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
ECO (AT-M), Media (DE)	0.14 (0.13)	0.10 (0.03)	0.11 (0.03)	0.10 (0.03)
ECO (AT-M), Mediana [Q1;Q3]	0.12 [0.10;0.13]	0.09 [0.08;0.12]	0.11 [0.09;0.12]	0.10 [0.08;0.12]
ECO (MA-R), Media (DE)	2.57 (2.12)	1.99 (0.70)	2.18 (0.71)	2.01 (0.67)
ECO (MA-R), Mediana [Q1;Q3]	2.25 [1.93;2.55]	1.80 [1.50;2.22]	2.00 [1.67;2.67]	2.00 [1.54;2.29]

(DE): desviación estándar

Tabla 82. Análisis de los resultados para el área transversal del nervio mediano a nivel de la muñeca (*AT-M*).

Modelos de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto al valor basal y la interacción entre ambos (columna de la derecha).

Predictores	AT-M				AT-M			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	0.11	0.00	0.10 to 0.12	<0.001	0.11	0.01	0.10 to 0.12	<0.001
Grupo (Intervención)	-0.01	0.01	-0.02 to 0.00	0.177	-0.07	0.01	-0.10 to -0.05	<0.001
AT-M basal					-0.01	0.02	-0.06 to 0.04	0.647
Grupo (Intervención)*AT-M basal					0.61	0.11	0.40 to 0.83	<0.001
Efectos Aleatorios:								
σ^2	0.00				0.00			
τ_{00}	0.00	id_paciente			0.00	id_paciente		
ICC	0.52				0.56			
N	56	id_paciente			55	id_paciente		
Observaciones	75				73			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.022 / 0.532				0.299 / 0.691			
AIC	-317.712				-321.026			

Tabla 83. Análisis de los resultados para la relación entre las áreas transversales del nervio mediano a nivel del antebrazo y de la muñeca (MA-R).

Modelos de regresión lineal mixta con el paciente como factor aleatorio en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto al valor basal y la interacción entre ambos (columna de la derecha).

Predictores	MA-R				MA-R			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2.19	0.12	1.95 to 2.42	<0.001	2.12	0.16	1.81 to 2.44	<0.001
Grupo (Intervención)	-0.16	0.16	-0.47 to 0.15	0.320	-1.39	0.34	-2.07 to -0.72	<0.001
MA-R basal					0.02	0.05	-0.07 to 0.11	0.614
Grupo (Intervención)*MA-R basal					0.61	0.15	0.31 to 0.90	<0.001
Efectos Aleatorios:								
σ^2	0.28				0.26			
τ_{00}	0.21	id_paciente			0.12	id_paciente		
ICC	0.43				0.32			
N	56	id_paciente			55	id_paciente		
Observaciones	74				72			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.013 / 0.436				0.222 / 0.470			
AIC	163.474				153.070			

6.2.6. Intensidad de dolor.

Tabla 84. Resultados del nivel de intensidad del dolor.

Se muestra la evolución a lo largo del estudio, recogida para tres momentos diferentes: justo en el momento, en las últimas 24 horas y en la última semana. Se muestran los valores medios con la desviación estándar (entre paréntesis).

	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
Dolor justo ahora						
Control	4 (3.356)			2.395 (3.098)		2.278 (2.721)
Intervención	3.585 (3.324)	2.154 (2.7)	1.125 (1.897)	1.61 (2.201)	1.561 (1.95)	0.925 (1.716)
Dolor a las 24h						
Control	4.143 (2.726)			3.263 (3.183)		3.444 (2.883)
Intervención	4.182 (3.711)	4.692 (2.462)	2.925 (2.368)	2.22 (2.219)	2.024 (2.092)	1.775 (2.201)
Dolor a la semana						
Control	4.571 (3.14)			3.513 (3.085)		3.917 (3.129)
Intervención	5.227 (3.545)	4.846 (2.508)	3.45 (2.287)	2.488 (2.42)	2.293 (2.216)	2.175 (2.521)

Tabla 85. Análisis estadístico del nivel de intensidad de dolor “*dolor justo ahora*”.
Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor al momento				Dolor al momento			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	2.40	0.34	1.74 – 3.06	<0.001	2.33	0.52	1.31 – 3.35	<0.001
Grupo (Intervención)	-0.98	0.42	-1.80 – -0.16	0.019	-1.12	0.41	-1.93 – -0.32	0.006
Dolor basal					0.27	0.06	0.14 – 0.39	<0.001
Semana 4					-1.08	0.40	-1.87 – -0.29	0.007
Semana 6					-0.71	0.38	-1.44 – 0.03	0.059
Semana 8					-0.62	0.40	-1.40 – 0.16	0.119
Semana 12					-1.11	0.38	-1.85 – -0.37	0.003
Semana (continua)								
Grupo (Intervención)*Semana (continua)								
σ^2	3.30				3.16			
τ_{00}	1.01 _{n_referencia}				0.54 _{n_referencia}			
	1.47 _{id_paciente}				1.42 _{id_paciente}			
ICC	0.43				0.38			
N	79 _{n_referencia}				79 _{n_referencia}			
	58 _{id_paciente}				58 _{id_paciente}			
Observaciones	275				275			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.032 / 0.447				0.176 / 0.491			
AIC	1210.998				1198.554			

Tabla 86. Análisis estadístico del nivel de intensidad del dolor en las “últimas 24 horas”. Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor a las 24h				Dolor a las 24h			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	3.40	0.37	2.67 – 4.13	<0.001	5.27	0.79	3.73 – 6.81	<0.001
Grupo (Intervención)	-0.78	0.47	-1.69 – 0.14	0.098	-1.28	0.64	-2.53 – -0.03	0.045
Dolor basal					0.10	0.09	-0.08 – 0.29	0.286
Semana 4					-2.62	0.58	-3.76 – -1.47	<0.001
Semana 6					-2.70	0.55	-3.78 – -1.62	<0.001
Semana 8					-2.85	0.58	-3.99 – -1.70	<0.001
Semana 12					-2.92	0.56	-4.01 – -1.83	<0.001
Semana (continua)								
Grupo (Intervención)*Semana (continua)								
σ^2	4.45				3.54			
τ_{00}	1.52 _{n referencia}				1.06 _{n referencia}			
	1.29 _{id paciente}				1.46 _{id paciente}			
ICC	0.39				0.41			
N	79 _{n referencia}				42 _{n referencia}			
	58 _{id paciente}				34 _{id paciente}			
Observaciones	275				146			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.016 / 0.396				0.155 / 0.506			
AIC	1285.671				662.039			

Tabla 87. Análisis estadístico del dolor en “la última semana”.

Modelos de regresión lineal mixta con medidas repetidas por identificador de paciente y por muñeca, en crudo (columna izquierda) y ajustando por el valor basal y tiempo (columna derecha).

Predictores	Dolor a la semana				Dolor a la semana			
	Estimates	Error Estándar	IC	p-valor	Estimates	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	3.73	0.39	2.97 – 4.49	<0.001	4.79	0.87	3.09 – 6.49	<0.001
Grupo (Intervención)	-0.76	0.48	-1.71 – 0.19	0.116	-1.03	0.66	-2.32 – 0.25	0.116
Dolor basal					0.15	0.09	-0.03 – 0.33	0.096
Semana 4					-1.79	0.67	-3.11 – -0.47	0.008
Semana 6					-2.51	0.64	-3.75 – -1.26	<0.001
Semana 8					-2.84	0.67	-4.16 – -1.51	<0.001
Semana 12					-2.29	0.64	-3.55 – -1.03	<0.001
Semana (continua)								
Grupo (Intervención)*Semana (continua)								
σ^2	4.65				4.73			
τ_{00}	1.58 _{n referencia}				0.57 _{n referencia}			
	1.46 _{id paciente}				1.59 _{id paciente}			
ICC	0.40				0.31			
N	79 _{n referencia}				42 _{n referencia}			
	58 _{id_paciente}				34 _{id_paciente}			
Observaciones	275				146			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.015 / 0.404				0.132 / 0.405			
AIC	1299.448				691.044			

6.2.7. Intensidad de los síntomas, capacidad funcional y calidad de vida.

Tabla 88. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (I). Comparativa entre el inicio (semana 0) y final (semana 12) del estudio, en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).

	Semana 0		Semana 12	
	Control	Intervención	Control	Intervención
ESF , Media (DE)	20.2 (8.43)	19.8 (8.88)	18.1 (7.24)	15.8 (6.71)
ESF , Mediana [Q1;Q3]	21.0 [12.0;26.0]	19.0 [12.0;26.0]	16.0 [13.0;21.0]	14.5 [11.0;17.2]
ESS , Media (DE)	31.7 (8.54)	30.8 (9.00)	36.1 (58.5)	20.8 (6.55)
ESS , Mediana [Q1;Q3]	30.0 [26.0;38.0]	30.0 [24.0;38.0]	25.0 [20.0;33.0]	20.0 [16.0;24.2]

(DE): desviación estándar

Tabla 89. Resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC) (II). Evolución a lo largo del estudio de las medias de los resultados, en sus dos modalidades: escala de severidad de los síntomas (ESS) y escala de situación funcional (ESF).

	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
ESF						
Control	20.162 (20.162)			18.389 (18.389)		18.143 (18.143)
Intervención	19.78 (19.78)	19.865 (19.865)	16.525 (16.525)	15.732 (15.732)	15.512 (15.512)	15.8 (15.8)
ESS						
Control	31.667 (8.542)			28.378 (7.547)		36.057 (58.506)
Intervención	30.805 (8.998)	28.351 (8.371)	24.475 (6.433)	22.683 (7.898)	20.22 (7.234)	20.75 (6.547)

Tabla 90. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de severidad de los síntomas (ESS).

Modelo de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda), ajustando respecto a los valores basales (columna central), y por el tiempo y ajustando por la interacción entre el grupo y el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	ESS				ESS				ESS			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p	Estimadas	Error Estándar	IC	p	Estimadas	Error Estándar	IC	p
(Intercepto)	31.86	3.57	24.87 to 38.86	<0.001	7.07	8.14	-8.88 to 23.03	0.385	-5.25	10.16	- 25.16 to 14.66	0.606
Grupo (Intervención)	-7.48	3.84	- 15.00 to 0.03	0.051	-6.06	3.77	- 13.44 to 1.33	0.108	10.41	7.36	-4.01 to 24.83	0.157
CBSTC ESS basal					0.78	0.23	0.32 to 1.23	0.001	0.79	0.23	0.34 to 1.24	0.001
Semana									1.34	0.67	0.03 to 2.65	0.045
Grupo (Intervención)*Semana									-2.04	0.75	-3.52 to - 0.56	0.007
Efectos Aleatorios:												
σ^2	300.55				293.99				285.31			
τ_{00}	0.00 <small>n_referencia</small>				0.00 <small>n_referencia</small>				0.00 <small>n_referencia</small>			
	362.15 <small>id_paciente</small>				323.62 <small>id_paciente</small>				329.42 <small>id_paciente</small>			
N	78 <small>n_referencia</small>				78 <small>n_referencia</small>				78 <small>n_referencia</small>			
	58 <small>id_paciente</small>				58 <small>id_paciente</small>				58 <small>id_paciente</small>			
Observaciones	271				271				271			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.035 / NA				0.158 / NA				0.186 / NA			
AIC	2418.199				2410.240				2405.573			

Tabla 91. Análisis estadístico de los resultados en el cuestionario Boston para el síndrome del túnel carpiano (CBSTC), en la escala de situación funcional (ESF).

Modelo de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda), ajustando respecto a los valores basales (columna central), y por el tiempo y ajustando por la interacción entre el grupo y el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	ESF				ESF				ESF			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	18.66	1.11	16.47 to 20.84	<0.001	6.67	1.38	3.96 to 9.37	<0.001	6.49	1.93	2.71 to 10.27	0.001
Grupo (Intervención)	-2.70	1.33	-5.29 to -0.10	0.042	-2.31	0.90	-4.08 to -0.53	0.011	-0.28	1.68	-3.57 to 3.01	0.868
CBSTC ESF basal					0.60	0.06	0.49 to 0.71	<0.001	0.60	0.06	0.49 to 0.71	<0.001
Semana									0.02	0.15	-0.27 to 0.32	0.871
Grupo (Intervención)*Semana									-0.31	0.17	-0.64 to 0.02	0.068
Efectos Aleatorios:												
σ^2	13.99				13.83				13.02			
τ_{00}	10.69	n referencia			3.42	n referencia			3.59	n referencia		
	28.97	id_paciente			9.29	id_paciente			9.40	id_paciente		
ICC	0.74				0.48				0.50			
N	79	n_referencia			77	n_referencia			77	n_referencia		
	58	id_paciente			56	id_paciente			56	id_paciente		
Observaciones	270				266				266			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.026 / 0.746				0.514 / 0.747				0.526 / 0.763			
AIC	1650.686				1562.339				1557.972			

6.2.8. Fuerza muscular de la presión manual y del pellizco palmar digital.

6.2.8.1. Dinamometría de la presión manual.

Tabla 92. Resultados en la dinamometría de la fuerza de presión manual.

	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 12
1º intento					
Control (DE)	23.205 (13.021)			22.472 (10.254)	24.667 (11.025)
Intervención (DE)	21.976 (9.87)	21.392 (10.701)	23.6 (9.852)	23.476 (10.703)	24.6 (9.137)
2º intento					
Control(DE)	25.405 (13.384)			21.681 (10.083)	23.278 (10.163)
Intervención (DE)	23.886 (10.323)	21.189 (11.491)	23.425 (9.359)	23.927 (10.538)	23.825 (9.714)
3º interto					
Control (DE)	26.881 (14.165)			21.861 (10.554)	23.083 (10.233)
Intervención (DE)	23.045 (10.527)	21.73 (11.355)	23.65 (9.95)	23.634 (10.471)	24.15 (9.518)
General					
Control (DE)	22.966 (12.725)			22.005 (10.165)	23.676 (10.282)
Intervención (DE)	21.923 (9.807)	21.437 (11.117)	23.558 (9.581)	23.679 (10.494)	24.192 (9.267)

(DE): desviación estándar

Tabla 93. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría de presión manual. Modelos de análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	Dinamometría jamar				Dinamometría jamar			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	22.29	1.54	19.28 to 25.30	<0.001	1.47	1.34	-1.17 to 4.10	0.275
Grupo (Intervención)	1.82	1.34	-0.81 to 4.46	0.174	2.28	0.88	0.56 to 3.99	0.009
Dinamometría basal					0.83	0.04	0.74 to 0.91	<0.001
Semana 4					1.78	0.56	0.68 to 2.89	0.002
Semana 6					1.88	0.53	0.85 to 2.92	<0.001
Semana 12					1.99	0.53	0.95 to 3.04	<0.001
Efectos Aleatorios:								
σ^2	6.66				5.98			
τ_{00}	7.49 _{n referencia}				4.98 _{n referencia}			
	100.43 _{id_paciente}				9.71 _{id_paciente}			
ICC	0.94				0.71			
N	79 _{n referencia}				79 _{n referencia}			
	58 _{id paciente}				58 _{id paciente}			
Observacions	230				230			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.006 / 0.942				0.786 / 0.938			
AIC	1355.719				1230.904			

6.2.8.2. Dinamometría del pellizco palmar digital.

Tabla 94. Resultados en la dinamometría de la fuerza del pellizco palmar digital.

	Sem 0	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 12
1º intento					
Control (DE)	4.821 (1.947)			4.854 (1.526)	5.222 (2.106)
Intervención (DE)	4.61 (1.745)	4.345 (1.832)	4.881 (1.884)	5.104 (1.915)	5.119 (2.013)
2º intento					
Control (DE)	5.488 (2.285)			4.757 (1.51)	5.5 (3.346)
Intervención (DE)	4.864 (1.878)	4.52 (2.031)	5.206 (2.201)	5.085 (1.917)	5.156 (1.958)
3º intento					
Control (DE)	5.333 (2.242)			4.743 (1.639)	5.222 (3.03)
Intervención (DE)	5.06 (1.905)	4.431 (2.028)	5.306 (2.296)	5.152 (1.92)	5.131 (1.845)
General					
Control (DE)	4.874 (1.995)			4.785 (1.51)	5.315 (2.784)
Intervención (DE)	4.604 (1.64)	4.432 (1.924)	5.131 (2.075)	5.114 (1.868)	5.135 (1.899)

(DE): desviación estándar

Tabla 95. Análisis estadístico de los resultados en la dinamometría del pellizco palmar digital. Modelos de análisis de regresión lineal mixto con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca en crudo (columna de la izquierda) y ajustando respecto a los valores basales y por el tiempo (columna de la derecha).

Predictores	Dinamometría pinch				Dinamometría pinch			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	4.99	0.31	4.38 to 5.61	<0.001	0.90	0.53	-0.14 to 1.94	0.090
Grupo (Intervención)	0.05	0.40	-0.74 to 0.84	0.901	0.29	0.31	-0.33 to 0.90	0.363
Dinamometría basal					0.72	0.08	0.56 to 0.89	<0.001
Semana 4					0.62	0.28	0.08 to 1.16	0.025
Semana 6					0.51	0.26	0.00 to 1.02	0.048
Semana 12					0.60	0.26	0.09 to 1.11	0.021
Efectos Aleatorios:								
σ^2	1.49				1.45			
τ_{00}	1.45	<small>n_referencia</small>			1.18	<small>n_referencia</small>		
	1.35	<small>id_paciente</small>			0.00	<small>id_paciente</small>		
ICC	0.65							
N	79	<small>n_referencia</small>			79	<small>n_referencia</small>		
	58	<small>id_paciente</small>			58	<small>id_paciente</small>		
Observaciones	230				230			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.000 / 0.652				0.518 / NA			
AIC	893.925				852.909			

6.2.9 Intensidad de dolor que provoca el modelo de abordaje de PSTC.

Tabla 96. Resultados del dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

Se muestran el dolor medio de todos los registros (General) y el de los tomados a lo largo del estudio (semanas 2, 4 y 6) en tres momentos: justo al finalizar la colocación y manipulación de las agujas (0 min.), justo después de retirarlas (10 min.), y 5 minutos después de retirarlas (15 min.).

	General	Sem 2	Sem 4	Sem 6
0 min (DE)	4.651 (2.207)	5.132 (2.056)	4.75 (2.25)	4.11 (2.235)
10 min (DE)	1.685 (2.08)	2.158 (2.377)	1.85 (2.107)	1.085 (1.612)
15 min (DE)	1.235 (2.007)	2.079 (2.318)	1.275 (1.881)	0.415 (1.449)

(DE): desviación estándar

Tabla 97. Análisis estadístico de los resultados en el nivel de intensidad de dolor provocado por la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

Modelos de regresión con medidas repetidas por identificador del paciente y por muñeca, y ajustando respecto al tiempo.

Predictores	Dolor PSTC 0 min				Dolor PSTC 10 min				Dolor PSTC 15 min			
	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor	Estimadas	Error Estándar	IC	p-valor
(Intercepto)	5.03	0.36	4.32 to 5.74	<0.001	2.11	0.34	1.45 to 2.78	<0.001	2.05	0.32	1.42 to 2.68	<0.001
Semana 4	-0.36	0.40	-1.14 to 0.43	0.374	-0.29	0.40	-1.08 to 0.50	0.474	-0.78	0.34	-1.46 to - 0.11	0.023
Semana 6	-0.97	0.40	-1.75 to - 0.19	0.015	-1.04	0.40	-1.83 to - 0.26	0.009	-1.63	0.34	-2.30 to - 0.96	<0.001
Efectos Aleatorios:												
σ^2	3.11				3.13				2.28			
τ_{00}	0.00 <small>n referencia</small>				0.00 <small>n referencia</small>				0.00 <small>n referencia</small>			
	1.57 <small>id_paciente</small>				1.00 <small>id_paciente</small>				1.37 <small>id_paciente</small>			
N	41 <small>n referencia</small>				41 <small>n referencia</small>				41 <small>n referencia</small>			
	34 <small>id_paciente</small>				34 <small>id_paciente</small>				34 <small>id_paciente</small>			
Observaciones	119				119				119			
R ² Marginal / R ² Condicional	0.050 / NA				0.059 / NA				0.163 / NA			
AIC	516.416				508.695				484.020			

6.2.10. Efectos adversos o no deseados.

Tabla 98. Resultados respecto a la aparición de efectos adversos o no deseados tras la aplicación de la “punción seca tetrapolar carpiana” (PSTC).

	Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 8	Sem 12
Aumento del dolor					
No dolor	22 (59.5%)	38 (95.0%)	40 (97.6%)	41 (100%)	76 (100%)
Aumento dolor leve	8 (21.6%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Aumento dolor moderado	2 (5.41%)	2 (5.00%)	1 (2.44%)	0 (0%)	0 (0%)
Aumento dolor intenso	5 (13.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Duración del dolor					
Media (DE)	1.27 (1.05)	3.00 (0.00)	0.50 (.)	.	.
Mediana [Q1;Q3]	1.00 [0.50;2.00]	3.00 [3.00;3.00]	0.50 [0.50;0.50]	.	.
Observaciones					
Ninguna	31 (79.5%)	40 (100%)	39 (95.1%)	41 (100%)	76 (100%)
Parestesias	1 (2.56%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Otras disestesias	4 (10.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Hematoma superficial	3 (7.69%)	0 (0%)	2 (4.88%)	0 (0%)	0 (0%)

(DE): desviación estándar