



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

# **Estrategias para minimizar las complicaciones tras la Cirugía del Síndrome del Túnel del Carpo.**

TESIS DOCTORAL

**Ignacio Esteban Feliu**

**Directores:**

Joan Minguell Monyart

Irene Gallardo Calero

**Tutor:**

Xavier Mir Bulló



Programa del Doctorado: Cirugía y Ciencias Morfológicas

Departamento de Cirugía

Facultad de Medicina

Universitat Autònoma de Barcelona

**Barcelona, 2022**



# ÍNDICE



## ÍNDICE

<b>1. AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Síndrome del Túnel del Carpo.</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.1 Anatomía</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.2 Prevalencia</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.3 Factores de riesgo</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.4 Fisiopatología</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.5 Clínica</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.6 Diagnóstico</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.7 Diagnóstico diferencial</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1.8 Tratamiento del STC</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2 Tratamiento Quirúrgico del Síndrome del Túnel del Carpo:</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.1 Síndrome del Túnel del Carpo y dedo en resorte</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2.2 Síndrome del Túnel del Carpo y Rizartrrosis</b> .....	<b>38</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....	<b>51</b>
<b>4. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO</b> .....	<b>55</b>
<b>5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b> .....	<b>59</b>
<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>63</b>
6.1: TRABAJO 1 .....	63
6.2 TRABAJO 2 .....	71
<b>7. RESULTADOS:</b> .....	<b>81</b>

7.1 TRABAJO 1 .....	81
7.2 TRABAJO 2 .....	86
<b>8. DISCUSIÓN:</b> .....	<b>91</b>
8.1 TRABAJO 1 .....	91
8.2 TRABAJO 2: .....	96
<b>9. LIMITACIONES DE LOS ARTÍCULOS .....</b>	<b>103</b>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>

## **AGRADECIMIENTOS**





## 1. AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realizara con éxito.

En especial a mis directores de tesis el Dr. Joan Minguell y la Dra. Irene Gallardo Calero, así como a mi tutor el Dr. Xavier Mir Bulló, por compartirme sus conocimientos.

Así mismo agradecer a el Dr. Alex Lluch y la Dra. Núria Vidal por su ayuda a la hora de realizar los estudios científicos.

A la Dra Nayana Joshi por su orientación académica y científica, y por su siempre disposición a ayudar ante las adversidades que han ido surgiendo durante la realización de esta tesis.

Al resto de integrantes del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología por sus aportaciones tanto directas como indirectas.

A toda mi familia y amigos por acompañarme en este proceso.



# INTRODUCCIÓN



## **2. INTRODUCCIÓN:**

### **2.1 Síndrome del Túnel del Carpo.**

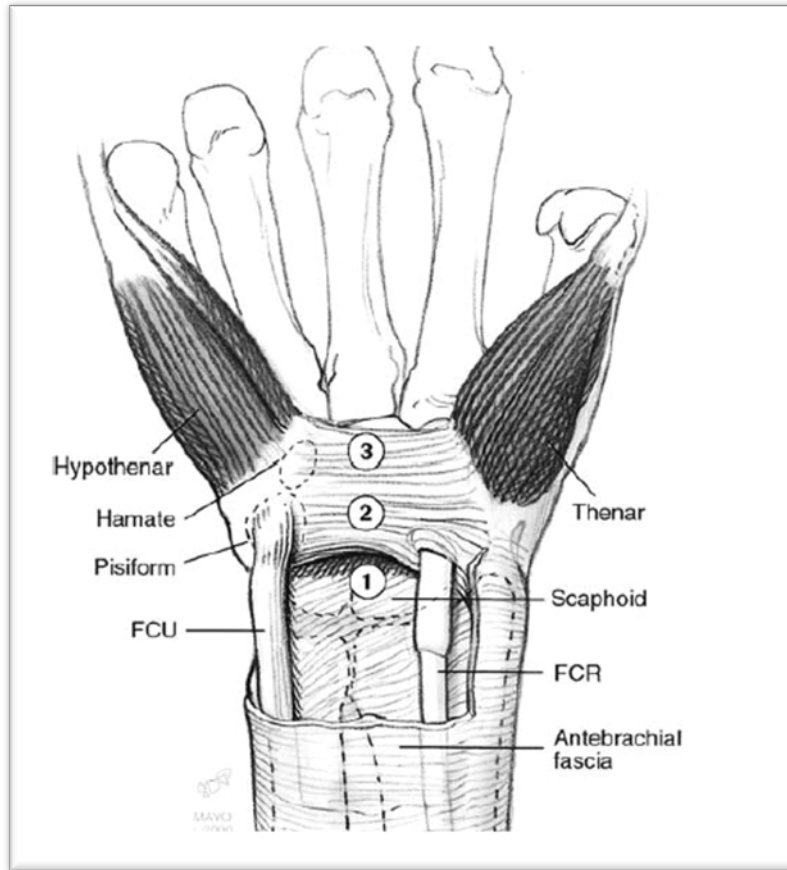
Las neuropatías compresivas son las mononeuropatías más frecuentes en la práctica clínica. En este tipo de neuropatías, se produce un daño del nervio a nivel de su paso por una zona de espacio reducido.<sup>1</sup> La causa exacta de lesión nerviosa es en gran medida desconocida, y se le presume un origen multifactorial, motivo por el cual, los atrapamientos nerviosos se definen como enfermedades idiopáticas.

El síndrome del túnel del carpo (STC) es la neuropatía compresiva más frecuente.<sup>2</sup> La compresión nerviosa se produce a nivel de la muñeca, en su paso por un canal osteofibroso conocido como túnel del carpo (TC). Fue originalmente descrito en 1854, y tratado quirúrgicamente desde la descripción de la liberación del ligamento transversal del carpo en 1933 por Learmonth.<sup>3,4</sup>

#### **2.1.1 Anatomía**

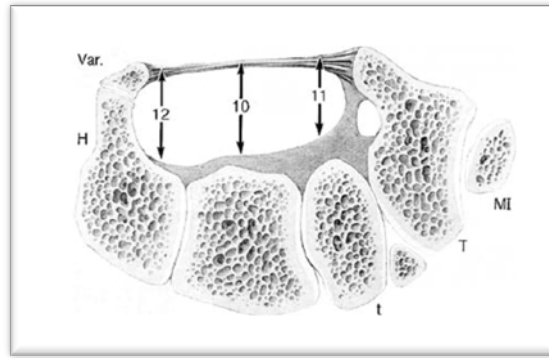
El túnel de carpo está delimitado dorsalmente por los huesos del carpo y en su región volar por el ligamento transversal o anular del carpo, que va desde la tuberosidad del escafoide y vértice medial del trapecio hasta el gancho del ganchoso y pisiforme.

El ligamento transversal del carpo (LTC) es la estructura esencial del retináculo flexor (RF), con un grosor de entre 2 y 4 mm, de unos 25mm de ancho y 31mm de longitud.<sup>5</sup> Se trata de una estructura firme, que se forma a partir de haces de tejido conectivo fibroso. Se extiende desde la región distal del radio hasta el tercio distal de la base del tercer metacarpiano (Figura 1).



**Figura 1.** Imagen de la anatomía volar del TC, donde se aprecia que se extiende desde la región distal del radio hasta el tercio distal de la base del tercer metacarpiano.

La parte más estrecha del TC se localiza a nivel de gancho de ganchoso, donde éste mide 20 mm de ancho y 10 mm de alto (Figura 2).<sup>6</sup> Esta zona más angosta se sitúa a 2.0 – 2.5 cm distal al inicio del túnel y es debido a la prominencia del hueso grande, a un aumento del grosor del ligamento transverso y a la posición del ganchoso. Esta zona corresponde a la deformidad en reloj de arena que se puede observar en casos severos de síndrome del túnel del carpo.

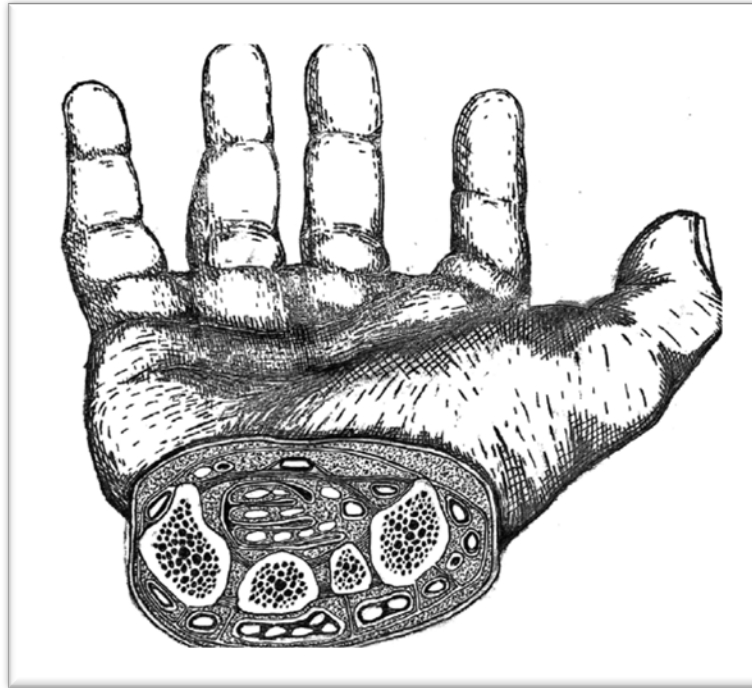


**Figura 2.** La parte más estrecha del TC se localiza a nivel de gancho de ganchoso, dónde éste mide 20 mm de ancho y 10 mm de alto. MI, first metacarpal; T, trapezium; t trapezoid; C, capitate; H, hamate; Var, accessory hamate. Reproducido de: R. Luchetti y P. Amadio. Carpal Tunnel Syndrome.<sup>7</sup>

El TC contiene 10 estructuras: 4 tendones flexores superficiales (flexor digitorum superficialis – FDS) y 4 tendones flexores profundos (flexor digitorum profundus – FDP), el flexor largo del pulgar, y el nervio mediano. El nervio es la estructura situada más superficialmente, situada entre el FDS y FDP del dedo índice (Figura 3).

Los movimientos de la articulación de la muñeca influyen en la forma y el tamaño del TC. Durante el rango normal de movimiento de la muñeca, la anchura del túnel disminuye considerablemente, ya que los huesos del carpo se mueven unos con respecto a otros. La flexión y la extensión también provocan un aumento de la presión del TC. La porción proximal del TC disminuye con la flexión de la articulación de la muñeca, debido a los cambios circulares del ligamento carpiano transversal (TCL) y el movimiento del extremo distal del hueso grande. La extensión extrema hace que el hueso semilunar disminuya el espacio del TC por el su desplazamiento volar hacia la parte interior del túnel.<sup>5</sup>





**Figura 3.** Corte axial del túnel del carpo. Este túnel osteofibrótico está compuesto dorsalmente por los huesos del carpo, el ligamento transversal del carpo por volar, el escafoide y trapecio por medial, y el pisiforme y ganchoso lateralmente. Cortesía de E.P Trupia, MD, New York, NY. Reproducido de: Karl et al. The Orth Clin of North Am.2017<sup>8</sup>

### 2.1.2 Prevalencia

La prevalencia e incidencia del síndrome del túnel carpiano varían en función de los criterios de diagnóstico utilizados en los distintos estudios. En general, se cree que, clínicamente, una de cada diez personas desarrolla el síndrome del túnel carpiano en algún momento de su vida.<sup>9</sup> Tiene un predominio en sexo femenino y entre los 40 y 60 años de edad.<sup>9-11</sup>

### 2.1.3 Factores de riesgo

A pesar de tratarse de una enfermedad idiopática, existen algunos factores de riesgo que se relacionan con el STC. Podríamos diferenciar los factores de riesgo médicos

y los no médicos, también llamados ambientales. Entre estos últimos factores de riesgo ambientales cabe destacar las posiciones en exceso de flexión o extensión de la muñeca, el uso monótono de los músculos flexores y la exposición a las vibraciones.<sup>12</sup>

La asociación entre el uso del ordenador (teclado o ratón) y el síndrome del túnel carpiano sigue siendo controvertida. Las pruebas disponibles sugieren que, como mucho el uso excesivo del ordenador es un factor de riesgo menor. Probablemente, la causa sea secundaria a la compresión mecánica debido a la inflamación por el sobreuso de los tendones flexores circundantes. Sin embargo, los resultados de dos metaanálisis recientes no muestran una asociación entre el uso moderado del ordenador y el síndrome del túnel carpiano, aunque algunas circunstancias laborales podrían estar asociadas al síndrome.<sup>13,14</sup>

Los factores de riesgo médicos se clasifican en cuatro categorías: factores extrínsecos, factores intrínsecos que aumentan el volumen dentro del túnel, factores que pueden alterar la morfología del túnel, y factores neuropáticos.

Los factores extrínsecos que aumentan el volumen del TC son secundarios a una alteración del equilibrio de los fluidos corporales. Estos factores incluyen el embarazo, menopausia, obesidad, enfermedades renales o cardíacas, e hipotiroidismo.<sup>15-18</sup>

Los datos epidemiológicos muestran que la incidencia del síndrome del túnel carpiano relacionado con el embarazo es elevada (7-43% cuando se diagnostica electrofisiológicamente, y 31-62% cuando se diagnostica sólo a partir de la historia y la y la exploración clínica).<sup>17</sup> El embarazo probablemente aumenta el riesgo de síndrome del túnel carpiano por una combinación de edema y alteraciones hormonales. No es infrecuente la aparición aguda con síntomas severos y debilidad motora, y habitualmente estos síntomas persisten tras el parto.<sup>19</sup> La aparición de los síntomas en el primer trimestre se asocia a una disminución de calidad de vida durante el embarazo y después del parto,

así como la persistencia de los síntomas a largo plazo.

El mecanismo de la neuropatía en el hipotiroidismo no está muy claro. El STC en el hipotiroidismo puede atribuirse a la deposición de material mucinoso o mucopolisacáridos en el nervio mediano. Por otro lado, en el hipotiroidismo no controlado también puede ser causado por la inflamación de la membrana sinovial alrededor de los tendones en el túnel carpiano.<sup>20</sup>

Se ha observado una clara asociación entre la obesidad y el STC. Ha sido demostrado que cuanto mayor es el IMC, mayor es el riesgo de STC y que la obesidad es un factor de riesgo especialmente importante en personas menores de 30 años. Los individuos clasificados como obesos (IMC >29) son 2,5 veces más propensos que los individuos delgados (IMC ≤20) a ser diagnosticados de STC.<sup>21</sup> De la misma manera, un aumento de una unidad de IMC aumenta el riesgo de STC en un 6%.<sup>22</sup>

Los factores neuropáticos incluyen condiciones como la diabetes, el alcoholismo, la deficiencia o toxicidad de vitaminas y la exposición a toxinas. Estos factores son importantes ya que afectan al nervio mediano sin aumentar necesariamente la presión intersticial dentro del túnel carpiano.

La diabetes mellitus es un factor de riesgo conocido para desarrollar el STC.<sup>23,24</sup> Los pacientes diabéticos también sufren con mayor frecuencia otros trastornos que afectan a la mano, como el dedo en resorte, la enfermedad de Dupuytren y la de Quervain.<sup>24</sup> Se ha sugerido que la coexistencia de la diabetes podría complicar el diagnóstico y empeorar los resultados del tratamiento quirúrgico del STC.<sup>25,26</sup> Se cree que el STC en pacientes diabéticos no sólo depende de factores externos como la compresión directa del nervio, sino también de causas metabólicas y vasculares. El deterioro difuso de los nervios periféricos (polineuropatía) es una complicación bastante común en la diabetes. Está causada por el daño axonal que provoca la pérdida de fibras nerviosas

mielinizadas y la isquemia del nervio debido a la microangiopatía.<sup>23</sup> Por lo tanto, existe la sospecha de que la coexistencia de la diabetes puede influir negativamente en los resultados del tratamiento quirúrgico del STC.

Entre los factores intrínsecos que disminuyen el espacio dentro del TC, el más habitual es la aparición de masas en el interior del túnel, en su mayoría lesiones benignas que producen una compresión directa del nervio. Entre las masas más habituales se encuentran los lipomas, gangliones, tumoraciones nerviosas o sinovitis de flexores.<sup>27</sup> En estos pacientes la aparición de sintomatología unilateral es más habitual.

Por último, están los factores que alteran la forma del túnel, normalmente debido a la presencia de fracturas previas o coexistencia de artrosis. El STC secundario a una fractura de radio distal (FRD) puede clasificarse en 3 categorías: agudo, transitorio y retardado. El STC agudo, con una incidencia de entre el 5,4% y el 8,6% después de un FRD, se caracteriza por un dolor progresivo y parestesias en la distribución del nervio mediano de la mano que se desarrolla entre horas y días después una fractura. Se presume que su etiología se debe a presión compartimental elevada en el túnel carpiano.<sup>28,29</sup> Por otro lado, el STC transitorio, con una incidencia estimada del 4%, su etiología es más desconocida pero es probable que se deba a una contusión del nervio y/o estiramiento.<sup>30</sup> A diferencia del STC agudo, los síntomas de un STC transitorio pueden estar presentes en el momento de la lesión, pero normalmente no progresan, sino que mejoran gradualmente a lo largo de días o semanas. Por último, el STC retardado, con una incidencia de entre el 0,5% y el 22% después de una fractura de radio, puede presentarse meses o años después de una lesión y suele deberse a una alteración de la morfología del TC una vez consolidada la FRD.<sup>28,31,32</sup>

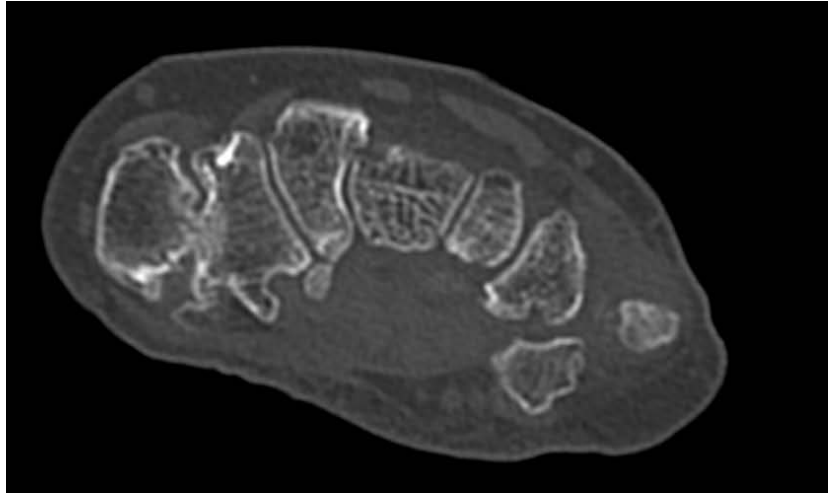


**Figura 4.** Fractura de radio distal, proyección perfil de una radiografía simple, dónde podemos observar la desviación dorsal del fragmento distal.

La osteoartritis (OA) también se ha asociado con el STC.<sup>33</sup> Más concretamente, la artrosis trapeciometacarpiana se ha asociado positivamente con el STC,<sup>34</sup> multiplicando por cuatro el factor de riesgo de presentar STC.<sup>12</sup> Florack et al,<sup>34</sup> en su serie encontraron que el 43% (106 de 246) de sus pacientes con artrosis trapeciometacarpiana (rizartrosis) también tenían síndrome del túnel carpiano, y Melone et al<sup>35</sup> realizaron una liberación del túnel carpiano en el 35% (35 de 100) de los pacientes tratados por rizartrosis.

Aunque la asociación entre estas dos enfermedades está bien aceptada, no existe una explicación definitiva. Se han sugerido varias teorías y, aunque faltan pruebas científicas, dos de ellas parecen las más realistas. En primer lugar, ambas patologías afectan principalmente a las mujeres posmenopáusicas y la alta concurrencia puede ser un hallazgo coincidente debido a darse dichas patologías en poblaciones de pacientes similares. La segunda posibilidad tiene una base anatómica. El túnel carpiano es más estrecho en su región radial distal, a nivel del trapecio. La alteración de la morfología

ósea del túnel, secundaria a la aparición de osteofitos que protruyen dentro del túnel asociada a la sinovitis secundaria al proceso degenerativo, se considera la principal causa de aparición de STC en este grupo de pacientes con coexistencia de rizartrosis.<sup>35</sup>



**Figura 5.** Corte axial de tomografía axial computerizada (TAC) a nivel del túnel carpiano. Se puede apreciar la alteración ósea secundaria a la artrosis trapezio metacarpiana responsable de la disminución del volumen del túnel.

#### 2.1.4 Fisiopatología

La fisiopatología del STC implica una combinación de traumatismo mecánico, aumento de la presión y daños isquémicos en el nervio mediano dentro del túnel carpiano. En cuanto al aumento de la presión, se considera una presión normal la que varía entre 2 mmHg y 10 mmHg. En el túnel carpiano, el cambio de posición de la muñeca puede dar lugar a cambios drásticos de presión. Así, la extensión aumenta la presión a más de 10 veces su nivel inicial, mientras que la flexión de la muñeca provoca un aumento de la presión ocho veces mayor.<sup>36</sup> En consecuencia, los movimientos repetitivos en la muñeca son factores de riesgo para la incidencia del STC. La desmielinización que se observa en las lesiones nerviosas, en el STC aparece en el lugar de la compresión. Con la presión continua, el flujo sanguíneo al capilar endoneuronal se ve interrumpido, provocando alteraciones en la barrera hemato-nerviosa y el desarrollo de edema neuronal. La

consecuencia de ello es el inicio de un ciclo de congestión venosa, con posterior isquemia y alteraciones metabólicas locales.<sup>36,37</sup> La lesión isquémica también se considera un elemento importante en la aparición del STC, que se relaciona de la misma forma a la rápida resolución de la sintomatología después de la cirugía de liberación del túnel carpiano. La isquemia de las extremidades aumenta las parestesias en los pacientes con STC. Esto ocurre en tres fases, que incluyen el aumento de la presión intrafunicular, la lesión del capilar con fuga y edema, y la obstrucción del flujo arterial observada en estos pacientes.<sup>37</sup>

### **2.1.5 Clínica**

La presentación clínica del STC es muy importante, ya que se considera una historia completa y precisa, junto con la exclusión de otras causas, como el patrón oro para su diagnóstico. El STC se caracteriza por las parestesias y disestesias de predominio nocturno en el territorio del nervio mediano. Existen diferentes estadios evolutivos del STC. En la primera etapa, el paciente tiende a despertarse por la noche sintiendo entumecimiento o hinchazón en la mano, al que se suele asociar dolor que puede irradiar desde la muñeca proximalmente hasta el hombro, con hormigueo en la mano y dedos.<sup>38</sup> La segunda etapa del desarrollo en el paciente con STC es la aparición de síntomas que se producen durante el día. Dichos síntomas se producen cuando el paciente realiza una actividad repetitiva con la mano o la muñeca o si mantiene una posición durante periodos prolongados.<sup>5,38</sup> Del mismo modo, los pacientes también pueden notar torpeza al utilizar las manos para agarrar objetos. La fase final del desarrollo del STC aparece cuando hay hipotrofia o atrofia de la eminencia tenar, coincidiendo con una extensa degeneración axonal.<sup>38</sup>

Esta secuencia de síntomas es bastante típica y rara vez se da en otros trastornos

que no sean el síndrome del túnel carpiano el síndrome del túnel carpiano.<sup>39</sup> Es muy importante una correcta historia clínica, definiendo la distribución de los síntomas con la mayor precisión posible, basándonos en ella a la hora de decidir la estrategia de tratamiento.

### **2.1.6 Diagnóstico**

Como se ha mencionado anteriormente, el patrón oro para el diagnóstico del STC es la manifestación clínica de la enfermedad. El diagnóstico de los pacientes con STC requiere que el médico correspondiente elabore una historia clínica asociada a los signos característicos del STC. El paciente debe ser interrogado sobre la frecuencia de aparición de estos síntomas, si se producen por la noche o durante el día, o si ciertas posiciones o movimientos repetidos provocan los síntomas.<sup>5</sup> Además, el médico puede preguntar por el tipo de actividad laboral que desempeña el paciente, la distribución anatómica del dolor y alteraciones sensitivas, o si el paciente puede tener ya factores predisponentes para la aparición del STC. En este caso, pueden evaluar a los pacientes para ver si tienen condiciones asociadas con el STC, como la diabetes, la artritis inflamatoria, el embarazo o el hipotiroidismo.<sup>40</sup>

Los signos clínicos diagnósticos iniciales más utilizados para el STC son el signo de Tinel y la maniobra de Phalen. El signo de Tinel da un resultado positivo cuando tras la percusión digital a lo largo del túnel carpiano produce síntomas en la distribución del nervio mediano. Por otro lado, durante la maniobra de Phalen, el paciente flexiona la muñeca a 90 grados, y la prueba es positiva si la flexión produce síntomas a lo largo de la distribución del nervio mediano. Aún siendo los test clínicos más utilizados por su fácil reproducción, su sensibilidad y especificidad son motivo de debate.<sup>41</sup>



Debido a que el diagnóstico del STC es mayoritariamente clínico, existen controversias sobre la necesidad de realizar pruebas de confirmación, y el papel de los estudios de conducción nerviosa, como la electromiografía, en la toma de decisiones sobre el tratamiento.

Los test de evaluación electrofisiológica, basados en el estudio de conducción nerviosa, son muy sensibles para examinar la disfunción del nervio mediano. Estas pruebas pueden definir el grado de desmielinización y pérdida axonal.<sup>42</sup> Por este motivo, al diagnosticar el STC, es útil evaluar la función y cuantificar el daño nervioso ya que estos hallazgos tienen implicaciones en el pronóstico de la enfermedad.

Las guías prácticas habituales consideran que la electromiografía es una prueba opcional, más adecuada para excluir causas concurrentes con sintomatología similar al STC (por ejemplo, radiculopatía cervical), que para mejorar la sensibilidad diagnóstica.<sup>42,43</sup>

Existen otras pruebas que ayudan al diagnóstico del STC. La ecografía puede mostrar una dilatación de la sección transversal del nervio justo antes de que se estreche en el lugar de la compresión. Un reciente metaanálisis<sup>44</sup> concluyó que la ecografía tiene una sensibilidad del 77.6% y una especificidad del 86.8% para el de STC, utilizando el diagnóstico clínico como patrón oro. Además las guías basadas en la evidencia afirman que la medición de la sección transversal del nervio mediano en la muñeca probablemente añade valor al electrodiagnóstico y podría utilizarse como prueba diagnóstica complementaria, que debería considerarse en el cribado de anomalías estructurales en la muñeca.<sup>45</sup> A pesar de lo prometedor de la sensibilidad diagnóstica y el potencial de otras aplicaciones en la evaluación de la función nerviosa, no está claro si la ecografía es una alternativa potencial a la electrofisiología.

Por último, la resonancia magnética también puede usarse para el diagnóstico del STC. Ésta permite valorar detalles sobre el daño morfológico y la inflamación. Estos estudios muestran una elevada correlación con los resultados de los estudios de conducción nerviosa.<sup>46,47</sup> Aunque proporciona valor diagnóstico, el uso de la técnica está limitado por el coste y, como en el caso de la ecografía, la investigación debe demostrar que su valor clínico añadido lo justifica.



**Figura 6.** Corte longitudinal de imagen de ecografía. Se puede observar (flecha) la compresión del nervio mediano a nivel de la entrada del túnel del carpo. Reproducido de: A Gervasio et al. *Journal of Ultrasound* 2020.<sup>48</sup>

### 2.1.7 Diagnóstico diferencial

A la hora de establecer un diagnóstico diferencial del STC hay que tener en cuenta principalmente el diagnóstico clínico del síndrome. Además de la historia clínica, la evaluación neurológica y los estudios de conducción nerviosa pueden ayudar a distinguir entre el síndrome del túnel carpiano y otros trastornos. La radiculopatía cervical es el principal trastorno que puede confundirse con el STC. La radiculopatía cervical suele

caracterizarse por un dolor en el cuello con irradiación hacia la extremidad superior, a menudo con síntomas sensoriales positivos, por ejemplo parestesia o disestesia, y a veces exacerbado por la rotación flexión o extensión de la cabeza, teniendo habitualmente una distribución dermatomal típica. La electromiografía y las pruebas de imagen a nivel de la columna cervical también pueden ser útiles para diferenciar de la radiculopatía cervical del STC, si la presentación clínica y los antecedentes son atípicos. Otras enfermedades que deben considerarse en el diagnóstico diferencial son las polineuropatías en las que los síntomas suelen afectar también a las regiones distales de las extremidades inferiores, y la artrosis, en la que el dolor es el síntoma principal, estando habitualmente ausentes las parestesias y otros síntomas neuropáticos.

### **2.1.8 Tratamiento del STC**

El tratamiento del STC depende de la gravedad de la enfermedad. En casos leves y moderados, lo más habitual es empezar por tratamiento conservador. Esto incluye el uso de las férulas nocturnas, el tratamiento con corticoides vía oral o infiltración de corticoides y la fisioterapia entre otras modalidades terapéuticas.<sup>49</sup>

Estos tratamientos conservadores, aportan una mejoría de los síntomas en un plazo de dos a seis semanas, y el máximo beneficio a los tres meses. El uso de férulas nocturnas parece ser el tratamiento que aporta una mayor mejoría significativa para casos leves y moderados del STC.<sup>50</sup> Se considera la primera opción de tratamiento por ser de bajo coste, y alta adhesión al tratamiento, especialmente en casos con factores de riesgo reversible como sería en la aparición del STC durante le embarazo.<sup>51</sup>

La farmacoterapia, como el uso de infiltraciones de corticoides o corticoides orales a mostrado beneficios, pero suelen tener un efecto limitado en el tiempo.<sup>52,53</sup> Otra opción de tratamiento es la fisioterapia, que incluye la movilización asistida,

ultrasonidos y ejercicios de deslizamiento del nervio.<sup>50</sup> Sin embargo, suelen ser menos eficaces y requieren la presencia de terapeutas experimentados.

Por último, los pacientes que sufren un STC grave, con una lesión nerviosa apoyada por los hallazgos electrodiagnósticos requieren una descompresión quirúrgica del nervio mediano. Debe considerarse la opción quirúrgica en los casos de no mejoría de la sintomatología con tratamiento conservador, y en aquellos casos con empeoramiento progresivo del déficit sensitivo o motor.

## **2.2 Tratamiento Quirúrgico del Síndrome del Túnel del Carpo:**

El tratamiento quirúrgico del STC se considera el más efectivo, siendo el único tratamiento modificador de la enfermedad,<sup>54-57</sup> al alterar la relación entre contenido (tendones flexores y nervio mediano) y continente (túnel carpiano). La indicación de tratamiento quirúrgico se realiza en aquellos pacientes con persistencia de sintomatología tras realizar previamente el tratamiento conservador. Alrededor del 70 – 90% de los pacientes obtienen buenos o excelentes resultados a largo plazo tras la apertura del TC.<sup>58,59</sup>

La descompresión quirúrgica puede realizarse mediante una técnica abierta tradicional (incisión longitudinal en la muñeca y visualización directa del LTC), por una técnica mínimamente invasiva (a través de una mini incisión en la muñeca), o mediante una técnica endoscópica.

La técnica abierta tradicional es un tratamiento quirúrgico bien establecido para el STC. Sin embargo, se asocia a posibles complicaciones, como debilidad persistente, *pillar pain*, formación de cicatrices hipertróficas en las incisiones que atraviesan la muñeca, sensibilidad de la cicatriz, recuperación lenta y una mayor incidencia de dolor persistente.<sup>60</sup> En un intento de evitar estas complicaciones, Chow<sup>61</sup> [12] y Okutsu et al.<sup>62</sup>

fueron los primeros en describir el tratamiento quirúrgico endoscópico para el tratamiento del STC en 1989. Este método permite realizar incisiones cutáneas más pequeñas y obtener mejores resultados estéticos que la técnica abierta tradicional. No obstante, la técnica endoscópica es técnicamente difícil, requiere más tiempo y se puede asociar a una liberación incompleta del ligamento carpiano transversal y a lesiones neurovasculares.<sup>63,64</sup>

Algunos autores, han reportado resultados a favor de la técnica endoscópica, teniendo los pacientes un período de recuperación postoperatoria más corto, menor sensibilidad de la cicatriz y una reincorporación al trabajo más temprana que la técnica abierta.<sup>65,66</sup> Sin embargo, la liberación endoscópica es más costosa<sup>67</sup> y se asocia con mayores tasas de daños transitorios y nerviosos.<sup>66</sup> Varios autores<sup>68</sup> sugieren que la liberación endoscópica se asocia a menos complicaciones menores (como dolor en la cicatriz e infección) en comparación con la liberación abierta del túnel carpiano, con tasas similares de complicaciones mayores (principalmente el síndrome de dolor regional complejo).<sup>68</sup>

En conclusión, y tras la realización de varios metaanálisis que han comparado las diferentes técnicas, en términos de los resultados funcionales a largo plazo, no hay diferencias significativas entre la liberación abierta y la endoscópica.<sup>65,66,69</sup>

### **Complicaciones del Síndrome del Túnel del Carpo**

A pesar que la cirugía del STC es considerada como segura y eficaz, ésta no está exenta de complicaciones.<sup>70</sup> Estas complicaciones incluyen lesiones intraoperatorias de nervios, vasos y tendones, así como complicaciones postoperatorias como infección, síndromes de dolor y la inestabilidad de la muñeca, y fallos en el tratamiento.

La tasa de fracaso terapéutico, basándonos en los casos de no mejoría postquirúrgica, se sitúa según los estudios entre el 3 y 25% de los casos.<sup>71,72</sup> El paciente

que reconsulta después de la cirugía de STC quejándose de síntomas compatibles con STC puede ser difícil evaluar. Debe realizarse una anamnesis exhaustiva para evaluar cualquier trastorno nuevo o no diagnosticado, como hipertiroidismo, hipertensión o diabetes. Así mismo es importante diferenciar si los síntomas son persistentes, recurrentes o totalmente nuevos. Los síntomas persistentes son aquellos en los que el paciente nunca experimentó alivio ninguno después de la cirugía, normalmente debido a una apertura incompleta de túnel o patología subyacente como la diabetes. Por el contrario, el paciente con STC recurrente tiene un alivio inicial de los síntomas tras la intervención, que suele definirse como un intervalo de 6 meses, pero posteriormente vuelve a presentar sintomatología compatible con STC y suele ser secundario a una fibrosis cicatricial alrededor del nervio. Y por último la presencia de síntomas nuevos, que son aquellos que el paciente no tenía previos a la intervención, habitualmente es producto de una lesión nerviosa durante la cirugía primaria.<sup>73</sup>

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, en ausencia de fallos de la técnica quirúrgica realizada, las más frecuentes incluyen la infección, el dolor postoperatorio y problemas con los tendones flexores. Como ocurre en el resto de cirugías de mano, la tasa de infección en la cirugía de STC es baja, dándose sólo en el 0.36% de los casos.<sup>74</sup> La mayoría de estas infecciones se tratan de infecciones superficiales, y sólo el 0.13% de los casos presenta infecciones profundas.

Una de las complicaciones más frecuentes después de la liberación quirúrgica es la presencia de dolor en la zona de la cicatriz desencadenado por la presión directa o mínimo contacto, conocida como *pillar pain*. Esta complicación, considerada transitoria y que casi todos los casos se resuelven espontáneamente antes de los 6 a 9 meses, tiene una prevalencia entre el 6 y 36% de los postoperados del STC.<sup>75</sup>

Se ha visto que esta sensibilidad de la cicatriz es menos frecuente después de la liberación endoscópica en comparación con abierta y es más frecuente en pacientes con síntomas depresivos.<sup>66,76</sup> Aunque la mayoría de estos se resuelven espontáneamente en unos pocos meses, algunos pacientes presentan un dolor más persistente.

La etiología exacta de este dolor es incierta, pero en la literatura se han sugerido cuatro posibles etiologías o mecanismos. El primero de ellos es que este dolor sea debido a lesión ligamentosa o muscular secundaria a la liberación del LTC que provoca la relajación de los músculos de la eminencia tenar e hipotenar que pueden traccionar del tejido cicatrizal.<sup>8</sup> Autores como Brown et al.<sup>58</sup> y Gartsman et al.<sup>77</sup> creen que este dolor es el resultado de la ampliación del arco carpiano y la realineación de los huesos del carpo. Seradge y Seradge<sup>78</sup> describieron el dolor en la zona hipotenar después de la liberación del STC y lo denominaron «síndrome de dolor piso-piramidal» atribuyéndolo a cambios en la alineación del carpo. El pisiforme está estabilizado por el flexor cubital del carpo, por el abductor del dedo meñique y el ligamento transversal del carpo, y puede desestabilizarse tras la división del ligamento retinacular en ciertos pacientes con condromalacia preexistente o subluxación de la articulación pisotriquetral, siendo causa de dolor. El dolor se intensifica con la presión sobre la articulación pisotriquetral, así como la flexoextensión o desviación cubital de la muñeca. Los pacientes experimentarán un alivio temporal temporal con la infiltración intraarticular de anestesia. La escisión quirúrgica del pisiforme puede proporcionar un alivio permanente.<sup>79</sup> Una de las posibles soluciones para la prevención del dolor secundario a la apertura del LTC, que produce este desplazamiento del pisiforme, es la reconstrucción postquirúrgica del LTC, ya sea Z plastia<sup>80,81</sup> o reconstrucción en posición elongada.<sup>82</sup>

El *pillar pain* también se ha relacionado con la lesión de pequeñas ramas nerviosas cutáneas de los nervios mediano y cubital que cruzan la línea de incisión con un patrón

altamente variable.<sup>83</sup> Wilson<sup>84</sup> atribuyó este dolor a la sección de las fibras nerviosas en el «rectángulo crítico pilar ». Este rectángulo está delimitado a nivel proximal por el pliegue palmar, a nivel distal a 1 cm distal del gancho del ganchoso, a nivel medial por el borde cubital del ganchoso y a nivel lateral por el tubérculo del escafoides. Este autor postula que el dolor podría ser minimizado si este «rectángulo crítico» se deja indemne y propone realizar las incisiones fuera de esta área. Por último, algunos autores creen que el pillar pain es el resultado de un edema postoperatorio que suele persistir durante 12-16 semanas.<sup>83,85</sup>

Otra de las complicaciones que se relacionan con la cirugía de STC es la aparición del Síndrome de dolor regional complejo (anteriormente conocido como causalgia y distrofia simpática refleja). Los pacientes pueden presentar un conjunto de sintomatología muy variado que incluye molestias sensoriales, motoras y vasomotoras. Los tratamientos incluyen terapia manual; medicamentos, como la gabapentina, antidepresivos y bifosfonatos; e intervenciones de la mano, como bloqueos simpáticos e inyecciones de toxina botulínica.<sup>86</sup>

### **2.2.1 Síndrome del Túnel del Carpo y dedo en resorte**

Además del dolor postoperatorio, los pacientes pueden tener complicaciones relacionadas con los tendones flexores tras la apertura del LTC. El daño de los tendones durante la liberación puede causar inflamación y sinovitis que provoca las adherencias en la muñeca. Los pacientes también pueden desarrollar atrapamientos del tendón flexor a nivel de las poleas A1, lo que se conoce como dedo en resorte o en gatillo.

El dedo en resorte (DR), también conocido como tenosinovitis estenosante, es una de las de las patologías más comunes de la mano.<sup>87,88</sup> El DR suele presentarse en una distribución bimodal, en pacientes menores de ocho años y en adultos entre la quinta y



sexta décadas de la vida. En la población adulta la prevalencia del DR a lo largo de la vida es del 2% al 3% y la incidencia anual es de 28 por 100.000. EL DR se presenta más comúnmente en mujeres y en los dedos medio y anular de la mano dominante.<sup>89</sup> Las condiciones sistémicas que predisponen a los pacientes a una mayor incidencia y mayor gravedad del DR incluyen trastornos endocrinos (por ejemplo, diabetes mellitus, hipotiroidismo y mucopolisacaridosis) y artropatías de origen inflamatorio. Los pacientes con diabetes tienen una mayor predisposición para desarrollar el DR, así como presentaciones más severas. La prevalencia en pacientes diabéticos es de entre el 5% y el 20%, al menos 2 veces más que en la población general.<sup>90</sup>

El DR está causado por el engrosamiento de la polea A1 o del tendón flexor que limita el deslizamiento del tendón flexor a nivel de la polea A1. Aunque la etiología precisa del DR en la mayoría de los casos no es clara, los factores de riesgo de riesgo asociados a la DR incluyen la predisposición genética, la presencia de una de una enfermedad metabólica sistémica (p. ej, diabetes mellitus) y una irritación mecánica de la interfaz entre el tendón y la polea A1 (p. ej., actividades repetitivas de actividades repetitivas de agarre).<sup>88,89</sup>

El diagnóstico de DR es principalmente clínico, basándonos en la historia y exploración física. Los pacientes con DR habitualmente presentan dolor o chasquido a nivel de la cabeza del metacarpiano que provoca una limitación para agarrar y sostener objetos. En los casos más avanzados, los pacientes presentan bloqueo o enganche del dedo, con pérdida de movimiento en la articulación metacarpofalángica (MTCF) e interfalángica proximal (IFP). Algunos pacientes pueden tener hinchazón y molestias a nivel de la polea A1, que empeora a la palpación, mientras otros debutan con un claro nódulo tendinoso palpable que provoca el chasquido y bloqueo articular, con limitación

a la movilidad del dedo afecto. El estudio con ecografía puede ayudar en el diagnóstico de DR.<sup>91</sup>

Las modalidades de tratamiento conservador para el DR incluyen la modificación de la actividad habitual como posible predisponente del DR, la inmovilización con ortesis, la fisioterapia, medicamentos antiinflamatorios e inyecciones de esteroides. El tratamiento quirúrgico incluye la liberación quirúrgica la liberación quirúrgica de la polea A1. La gravedad del DR se ha correlacionado con el éxito del tratamiento conservador y con el tiempo de recuperación tras tratamiento quirúrgico.<sup>92</sup>

Algunos estudios han sugerido que en algunos pacientes la aparición del DR podría ser causada por la liberación del túnel del carpo ipsilateral.<sup>76,93,94</sup> Algunas posibles explicaciones son el aumento de edema después de la cirugía, la tenosinovitis de los tendones flexores, y un aumento de la fricción en la polea A1 debido al aumento del ángulo de entrada de los tendones tras la apertura del retináculo flexor.

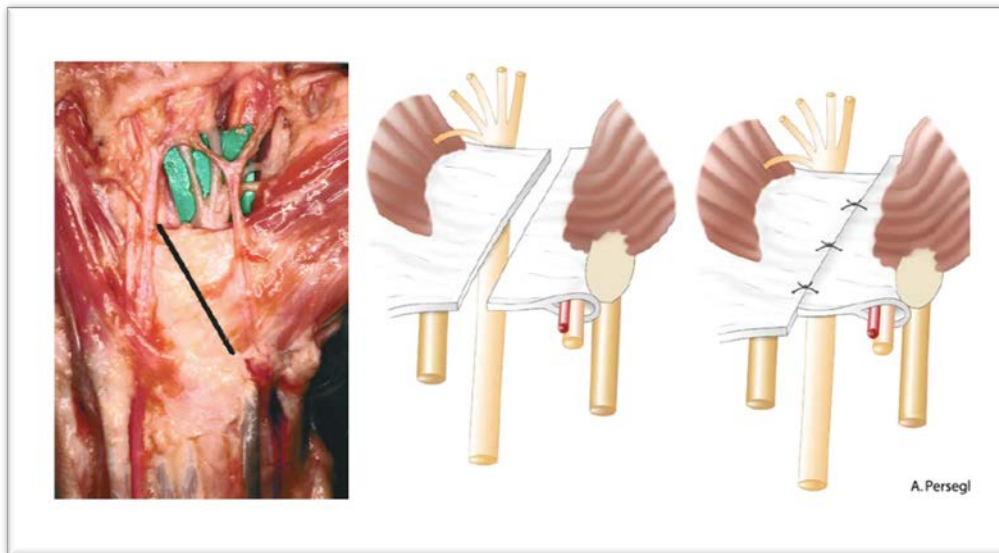
Se puede pensar que en las manos de los pacientes que tienen STC o DR puede haber una condición patológica de los tejidos conectivos en común para ambas patologías. Sin embargo, los estudios revelan que la histopatología del tejido conectivo en el STC y en la DR no es la misma. El hallazgo patológico en el STC es la fibrosis no inflamatoria del tejido conectivo sinovial con hipertrofia y proliferación vascular y obstrucción y engrosamiento de la pared, mientras que la patología en el DR es un tejido conectivo irregular con pequeñas fibras de colágeno y abundante matriz extracelular que contiene matriz condroide en la superficie profunda de la polea. En consecuencia, varios autores se decantan más por la teoría de que estas dos condiciones no son el resultado de la misma condición patológica del tejido conectivo, por lo que otro mecanismo debería explicar la concomitancia de STC y DR.<sup>95,96</sup>

El LTC es una estructura anatómica resistente que funciona como una polea para mantener los tendones flexores cerca del centro durante la rotación de la muñeca.<sup>82</sup> Al realizar la liberación del túnel carpiano, el LTC pierde su función de polea y se produce un desplazamiento anterior del tendón flexor. Esto se ha sugerido como la razón de la reducción de la fuerza de agarre postoperatoria en estos pacientes. Además, este desplazamiento del tendón flexor aumenta la fricción del tendón flexor en las poleas digitales proximales (A1), debido a que provoca un cambio en el ángulo de entrada, especialmente cuando el movimiento se realiza con la muñeca flexionada,<sup>97,98</sup> Este aumento de contacto conduce a un deterioro del mecanismo de lubricación a nivel del sistema de tendones y del sistema de poleas. Las fuerzas de compresión aumentan y se produce una metaplasia fibrocartilaginosa del tejido conectivo localizado a nivel del aumento de la compresión, lo que lleva al resalte digital característico del DR.<sup>99,100</sup>

Estudios cadavéricos y ultrasonográficos han confirmado esta hipótesis y han observado un observado un aumento de la tasa de DR en los pacientes sometidos a del túnel carpiano.<sup>101,102</sup>

Como se ha comentado anteriormente, una de las posibles causas del dolor postquirúrgico tras la apertura del LTC es la inestabilidad pisotriquetral secundario al desplazamiento del pisiforme. La reconstrucción del LTC tras su apertura para la descompresión quirúrgica, ha sido descrita para evitar este desplazamiento del psiforme y así disminuir el dolor postoperatorio.<sup>80,81,82</sup>

Lluch en 1984 publicó la primera técnica conocida para reconstruir el LTC para el tratamiento del síndrome del túnel carpiano.<sup>103</sup> El LTC se secciona en una dirección oblicua, desde el lado cubital distal hasta el lado radial proximal. La división en el borde distal se realiza en el lado cubital para evitar una posible lesión de la rama motora del nervio mediano, ya que pueden observarse algunas anomalías. Los bordes divididos del ligamento se suturan juntos después de deslizamiento en direcciones opuestas de los colgajos oblicuos radial y cubital oblicuos, ampliando el volumen del túnel del carpo (Figura7).

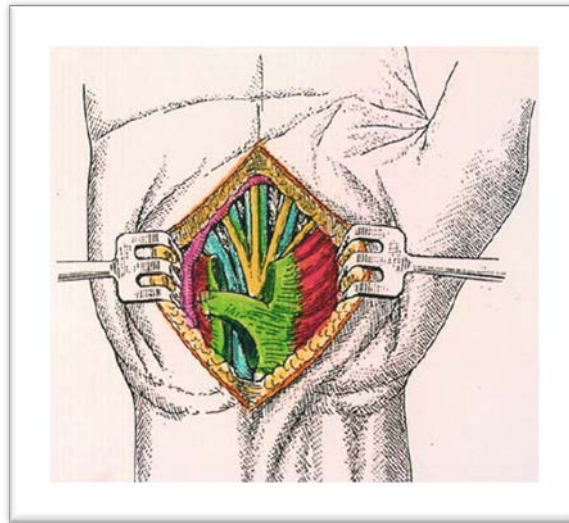


**Figura 7.** Técnica de reconstrucción descrita por Lluch et al en 1984. Reproducido de: Luchetti R et al.<sup>7</sup>

Kapandji en 1990<sup>104</sup> describió una técnica de alargamiento tras la división del LTC en forma de zig-zag utilizando dos colgajos triangulares suturados en el centro. Esta técnica se llevó a cabo en 46 manos, sin complicaciones postoperatorias inmediatas, pero no se realizó un seguimiento clínico a largo plazo ni se midió la fuerza de agarre.

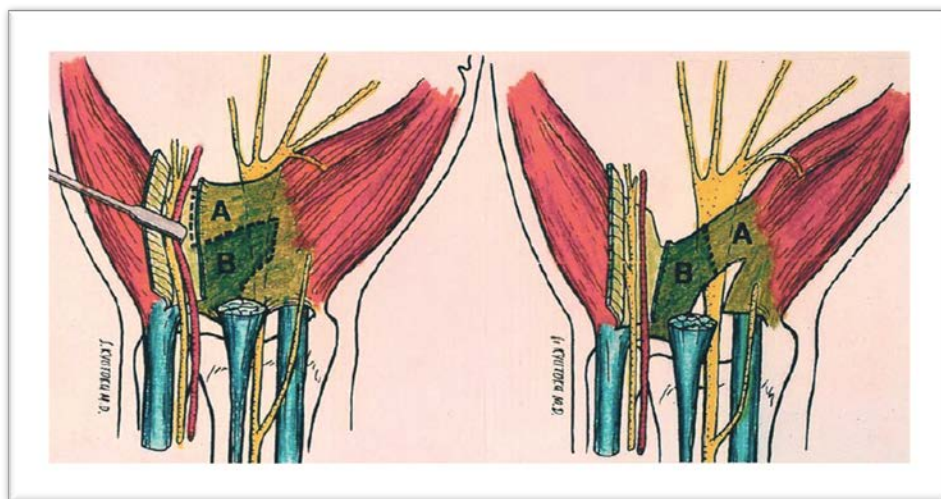
Ese mismo año, Tubiana<sup>105</sup> describió otra técnica para reparar el retináculo flexor, basado en crear un deslizamiento de 1 cm del extremo distal de la cara radial del ligamento dividido y suturarlo al LTC remanente en la zona del gancho del ganchoso. El propio

autor no recomienda el uso de la técnica de forma rutinaria, excepto en los casos en que hay una clara subluxación de los tendones flexores fuera del canal carpiano (Figura8).



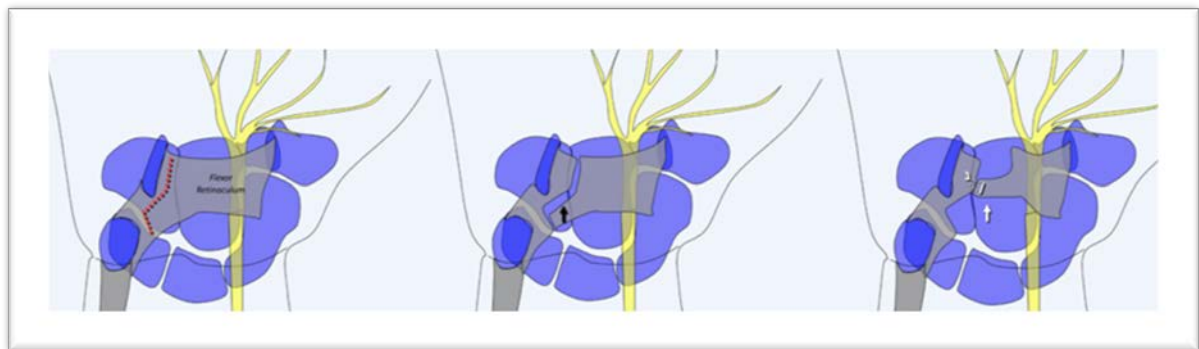
**Figura 8.** Técnica de reconstrucción del LTC descrita por Tubiana. La región distal radial del ligamento dividido se sutura en la región del gancho del ganchoso. Reproducido de: Luchetti R et al.<sup>7</sup>

Jakab et al.<sup>106</sup> describió su técnica mediante un colgajo distal de base radial y un colgajo proximal de base cubital para reconstruir el LTC. La cirugía se realiza a través de una incisión palmar de 4 a 5 cm en comenzando en el pliegue distal de la muñeca y continuando distalmente con el eje del dedo anular (Figura 9).



**Figura 9.** Técnica descrita por Jakab, donde se sutura entre sí los dos colgajos, uno distal de base radial y un otro proximal de base cubital. Reproducido de: Luchetti R et al.<sup>7</sup>

Posteriormente Lluch<sup>82</sup> describió otra técnica para la reconstrucción del LTC. Se trata de una reconstrucción del retináculo flexor en posición elongada para prevenir las complicaciones postoperatorias descritas, especialmente la pérdida postoperatoria de la fuerza de agarre. Se realiza una apertura en S del LTC en su margen más cubital y posteriormente se suturan los dos colgajos en una posición elongada (Figura 10). En teoría, este procedimiento de reconstrucción retinacular debería evitar el desplazamiento anterior de los tendones flexores y, en consecuencia, la fricción tendinosa las poleas digitales proximales.



**Figura 10.** Reconstrucción de LTC en posición elongada descrita por Lluch et al.

Cortesía del Dr A. Lluch (Institut Kaplan)

Sin embargo, a día de hoy, no hemos encontrado en la bibliografía ningún trabajo que estudie la incidencia de DR después de la cirugía de STC comparando la apertura sin reconstrucción con la apertura y posterior reconstrucción del LTC.

Otro trabajos en los que sí han estudiado las teóricas ventajas de reconstruir o no reconstruir el retináculo, por ejemplo, para evitar o disminuir pérdida de fuerza o el pillar pain, no han sido capaces de encontrar diferencias a favor de la reconstrucción del retináculo.<sup>80,81</sup>

### 2.2.2 Síndrome del Túnel del Carpo y Rizartrrosis

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de plantear el tratamiento quirúrgico, es la presencia de patología concomitante en la misma extremidad, requiriendo en ocasiones varios procedimientos quirúrgicos en la misma intervención. Las más habituales son la presencia de compresión nerviosa del nervio cubital a nivel del codo, quistes sinoviales, tendinitis De Quervain, dedos en resorte o la presencia de artrosis trapeciometacarpiana.

La artritis degenerativa de la articulación trapeciometacarpioana del pulgar o rizartrrosis es una enfermedad común que puede provocar dolor, deformidad progresiva, debilidad y pérdida de movimiento. Es causa habitual de limitación funcional, sobre todo en mujeres en el periodo de la posmenopáusia.<sup>107</sup> Tiene una mayor prevalencia en mujeres de edad media y avanzada, afectando al 7% de los hombres y al 15% de mujeres.<sup>108</sup> Desde el punto de vista radiográfico, se ha estimado una afectación en hasta el 36% de las mujeres posmenopáusicas.<sup>109</sup>

La fisiopatología de la rizartrrosis es compleja e incluye factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores de riesgo se encuentra el sexo femenino, con una incidencia hasta seis veces mayor en comparación con los hombres, lo que puede asociarse a una mayor prevalencia de laxitud ligamentosa.<sup>110,111</sup> Se ha demostrado que la morfología de la articulación trapeciometacarpiana (TMC) del pulgar es similar en cuanto a tamaño entre ambos sexos, por lo que, en lugar de la anatomía, parece ser que el factor de riesgo sería la fisiología predominante en el sexo femenino.<sup>112</sup>

Wolf et al<sup>110</sup> descubrieron que la hormona relaxina, que aumenta la laxitud de los ligamentos pélvicos, puede desempeñar un papel en la laxitud ligamentosa a través de una vía de la metaloproteinasa de la matriz; esta degeneración puede desempeñar un papel en el desarrollo de la artritis TMC, especialmente en las mujeres. A pesar de la presencia

de receptores de relaxina en los ligamentos circundantes, la regulación hormonal y la fisiopatología no han sido bien establecidas. También se han implicado otras hormonas, como la prolactina y el estrógeno. Del mismo modo, los pacientes con laxitud ligamentosa generalizada (Síndrome de Ehlers-Danlos) tienen una considerablemente mayor incidencia artrosis TMC y presentan cambios radiográficos de artropatía TMC a una edad más temprana que la población general.

También se ha relacionado como factor de riesgo para el desarrollo de rizartrrosis las actividades que implican uso repetitivo del pulgar y trabajos manuales pesados, aumentando en 12 veces el riesgo de padecer artrosis TMC.<sup>113</sup> También se han propuesto otros factores, como los genéticos, ambientales y comórbidos predisponentes.<sup>114</sup>

Además de la artrosis primara, la degeneración postraumática tras fracturas intraarticulares puede desempeñar un papel en el desarrollo de la rizartrrosis, mientras que la inestabilidad ligamentosa puede acelerar el proceso.<sup>110</sup>

Desde el punto de vista biomecánico, durante el proceso de degeneración, el metacarpiano del pulgar se desplaza en aducción, con una deformidad compensatoria de hiperextensión. Aunque tradicionalmente se ha dicho que la degeneración del ligamento oblicuo anterior, era un agente causal de la artritis de la articulación de la base del pulgar, estudios más recientes han puesto esto en duda. En particular, el análisis de la anatomía normal ha demostrado que los ligamentos volares tienen una estructura menos organizada y probablemente son insuficientes para proporcionar estabilidad estática.<sup>110</sup> Los mecanorreceptores, responsables de la propiocepción articular, se encuentran tanto en el ligamento dorsorradial como en la musculatura tenar (pero sólo minimamente en el ligamento oblicuo anterior), lo que puede sugerir que la degeneración de los ligamentos dorsorradiales es de especial importancia.<sup>110</sup> No obstante, la interacción y relación entre la patología ligamentosa y la gravedad clínica no están claras.



También comentar que, aunque la artritis afecta con mayor frecuencia a la articulación TMC, algunos pacientes presentan o evolucionan hacia una artritis pantrapezoidal que afecta a las articulaciones trapeciotrapezoide, escafotrapezoide, y trapecio-base segundo metacarpiano. Se desconoce si el desarrollo de la artritis escafotrapeciotrapezoide (ETT) está causada por un mecanismo alternativo o es el resultado de una progresión de la artrosis TMC. Algunos pacientes presentan exclusivamente artrosis ETT (frecuentemente en el marco de la enfermedad por depósito de pirofosfato de calcio), lo que sugiere que la artrosis TMC y ETT podrían no estar relacionadas por el mismo proceso degenerativo.<sup>115,116</sup>

Los pacientes a menudo describen dolor relacionado con la actividad en la base del pulgar, asociado a dificultad al realizar la pinza y agarre. En las fases iniciales de la artrosis, la inspección del pulgar puede ser normal. En etapas posteriores, sin embargo, el pulgar adopta la deformidad característica descrita anteriormente. La base del pulgar puede presentar signos inflamatorios con una palpación dolorosa. Uno de los signos más característicos es el Grind test: mientras sostiene la muñeca y los dedos posición neutra, el examinador agarra el pulgar del paciente el pulgar del paciente, gira el eje del pulgar y aplica una compresión axial; el dolor en la base del pulgar indica una prueba positiva.

La gran mayoría de pacientes con rizartritis presenta una buena respuesta al tratamiento conservador, especialmente aquellos con síntomas leves o moderados y/o enfermedad radiográfica en fase inicial. El objetivo del tratamiento es restaurar la funcionalidad del pulgar, disminuir el dolor, y mejorar la fuerza, estabilidad y movilidad. Las revisiones sistemáticas recientes han encontrado varias intervenciones respaldadas por la literatura que son beneficiosas, incluyendo el uso de programas de ejercicios para las manos, calor, educación para la protección de las articulaciones, magnetoterapia, y equipos de adaptación.<sup>117,118</sup> El uso de ortesis de mano, en particular, puede ser

beneficioso para reducir el dolor, pero no alterará la función la fuerza o la recuperación.<sup>117</sup>

Por otro lado el tratamiento también incluye el uso de analgésicos orales e infiltraciones intraarticulares.

Una reciente revisión sistemática concluyó que había notables beneficios a corto y medio plazo con las inyecciones de corticosteroides, especialmente en pacientes con estadios menos avanzados,<sup>119</sup> y con efectos duraderos hasta 1 año.<sup>120</sup> Otro tipo de infiltraciones son las de ácido hialurónico. Un reciente estudio demostró que tanto el ácido hialurónico como los esteroides eran eficaces y bien tolerados, siendo el ácido hialurónico más eficaz en pacientes con una enfermedad más grave.<sup>121</sup>

No obstante, en algunos pacientes no conseguimos un correcto control del dolor y limitación funcional con el tratamiento conservador, por lo que en estos casos estaría indicado plantear el tratamiento quirúrgico.

Existen diferentes modalidades de tratamiento quirúrgico. Para los estadios más iniciales se opta por cirugía de preservación de la articulación. La osteotomía de extensión del primer metacarpiano se ha propuesto para el tratamiento de la artritis en fase inicial, con resultados razonables, aunque todas las series han sido pequeñas.<sup>122</sup> La artroscopia de la articulación TMC del pulgar puede ser útil tanto para el diagnóstico (evaluando los cambios articulares existentes) como para fines terapéuticos.<sup>123</sup> Para los pacientes con daño articular mínimo, una reciente revisión sistemática sugiere que el desbridamiento sinovial y la capsulorrafia puede ser suficiente, aunque la evidencia es limitada.<sup>124</sup> Los pacientes con degeneración articular más avanzada pueden beneficiarse de desbridamiento (artroscópico o abierto), potencialmente combinada con una hemitrapeciectomía o una trapeciectomía completa. La reconstrucción de los ligamentos volares fue propuesta por Eaton y Littler, utilizando el tendón del *flexor carpi radialis*

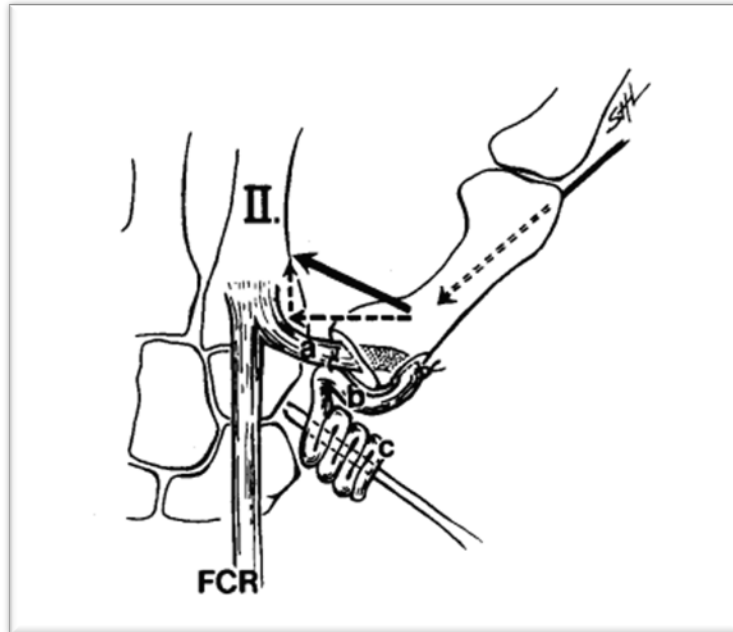
(FCR) en aquellos con estadios leves (Eaton I y II). Sin embargo, pocos estudios científicos han investigado el resultado de este procedimiento.<sup>125</sup>

Para las enfermedades los estadios de degeneración más avanzados (generalmente, estadios II-IV de Eaton), el pilar del tratamiento ha sido la trapeciectomía abierta. Descrita por primera vez en 1949 como procedimiento aislado, la asociación de artroplastia de interposición de tejidos blandos posteriormente se convirtió en el procedimiento de elección debido a la preocupación por el colapso del primer metacarpiano a largo plazo. Sin embargo, no se ha encontrado que el hundimiento que se correlacione con el dolor.<sup>126</sup>

Una de las técnicas más habituales es la trapeciectomía asociada a reconstrucción ligamentosa e interposición tendinosa (LRTI), considerada por muchos la intervención de preferencia para esta patología.<sup>127,128</sup> Descrita por primera vez por Burton y Pellegrini,<sup>129</sup> la trapeciectomía con LRTI fue diseñada para reconstruir el ligamento oblicuo anterior de la articulación TMC del pulgar y así mantener la longitud del metacarpiano del pulgar y evitar colapso del primer radio secundario a la trapeciectomía. Se obtiene la mitad o la totalidad del tendón del FCR en la unión miotendinosa, y después realizar la osteotomía de la base del primer metacarpiano y crear un túnel óseo, el tendón del FCR se introduce en el túnel y se sutura a sí mismo (Figura 11).

Otros tratamientos descritos para los estadios avanzados son la artroplastia con implante, con buenos resultados publicados en los últimos estudios, mostrando una recuperación precoz comparada con la trapeciectomía y con una supervivencia del implante elevada en seguimientos de más de 10 años.<sup>130,131</sup> Y por último, para pacientes jóvenes y con actividades manuales de fuerza, se puede realizar la artrodesis TMC, no obstante puede asociarse a una hiperextensión compensatoria del primer MTC, y comparada con la LRTI presenta una tasa de complicaciones significativamente mayor.<sup>132</sup>

No obstante, estudios que comparan las diferentes técnicas entre si, concluyen que no existe evidencia científica que muestra superioridad de una técnica sobre otra.<sup>133</sup>



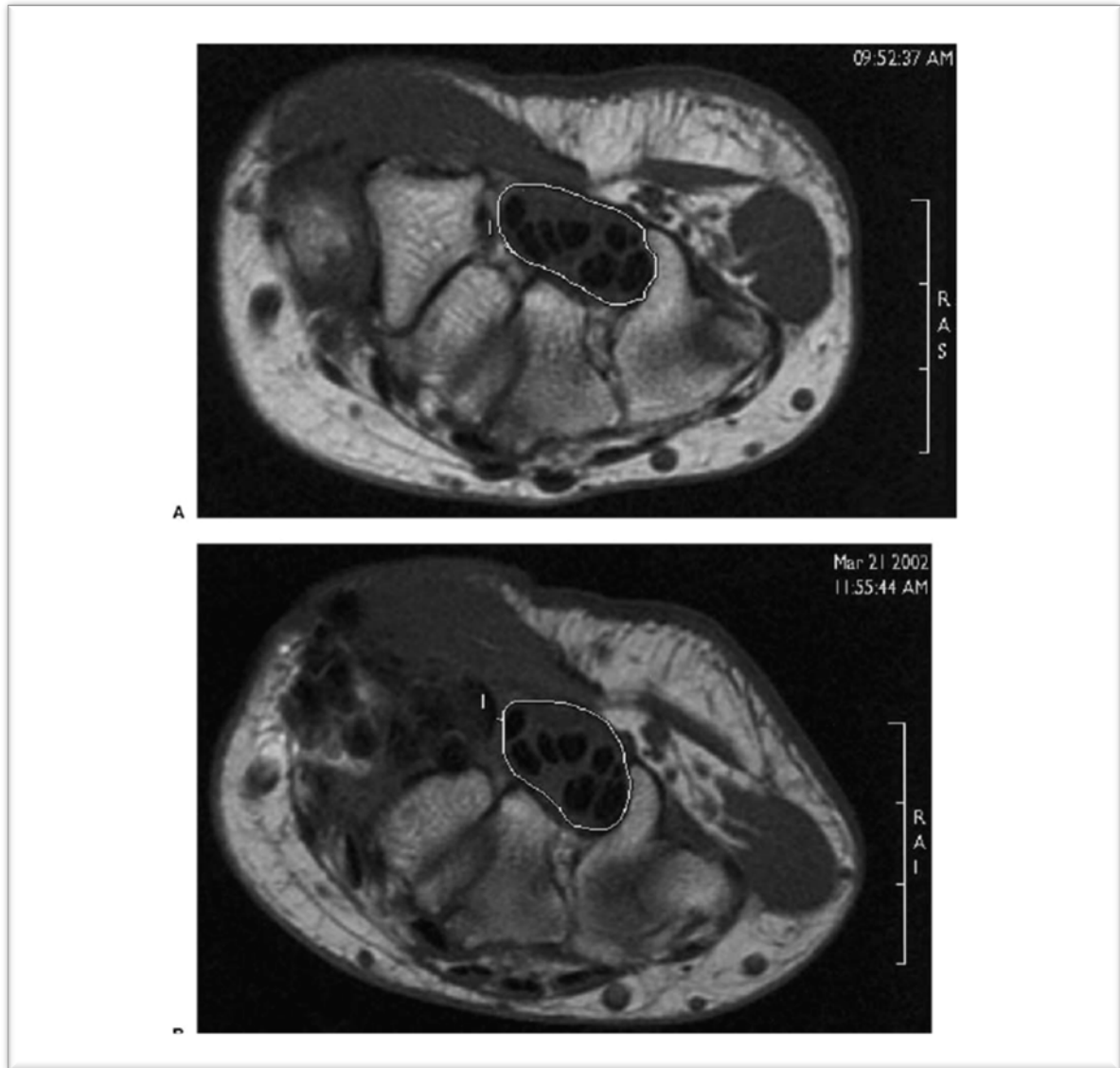
**Figura 11.** Representación esquemática de la reconstrucción ligamentosa y artroplastia de interposición tendinosa del artículo original del Burton y Pellegrini. Reproducido de: Burton and Pellegrini et al. J Hand Surg. 1985 <sup>129</sup>

Como ya hemos mencionado, la coexistencia de STC y rizartrrosis es elevada.<sup>12,34,134</sup> Se desconoce la etiología exacta de esta asociación. Podría ser que debido a que estas condiciones son comunes, las veamos juntas clínicamente por coincidencia. Por otra parte, varios autores han sugerido mecanismos por los que la artrosis de la articulación TMC podría influir en el desarrollo del STC. Melone et al.<sup>134</sup> sugirieron que el proceso inflamatorio asociado a la artritis degenerativa podría extenderse directamente a la sinovial de los flexores presentes en el túnel carpiano, lo que daría lugar al STC. Otra posible causa descrita en diferentes trabajos científicos, es que teniendo en cuenta que una de las inserciones del LTC es en el trapecio, la alteración en el volumen, tamaño y

forma del trapecio secundaria a la artrosis, podría contribuir al desarrollo del STC al aumentar la presión dentro del túnel.<sup>135,136,137</sup>

Los primeros en estudiar este hecho fueron Lutsky et al,<sup>137</sup> que mediante un estudio in vivo midieron la presión intratúnel del carpo antes y después de realizar la trapeciectomía para el tratamiento quirúrgico de la rizartrrosis. Observaron una disminución significativa de la presión dentro del túnel tras la exéresis del trapecio, y lo postularon como una medida de prevención para el posterior desarrollo del STC. Así mismo, Cassidy et al<sup>138</sup> en su estudio en cadáver demostró que la trapeciectomía aislada no es capaz de bajar la presión del túnel carpiano a sus niveles iniciales normales. Estos autores concluían en que la presión no disminuía lo suficiente como poder evitar descomprimir el nervio en pacientes ya diagnosticados de STC.<sup>138</sup>

En aquellos pacientes con indicación de tratamiento quirúrgico para ambas patologías, estudio previos recomiendan el tratamiento combinado de las dos patologías en el mismo acto quirúrgico.<sup>36,136</sup> Conscientes de que la trapeciectomía de manera aislada ya produce una cierta descompresión del túnel carpiano,<sup>136</sup> los resultados de los trabajos publicados recomiendan asociar la liberación del LTC a la trapeciectomía, ya que la exéresis del trapecio por si sólo no es capaz de proporcionar una descompresión completa del túnel carpiano.<sup>137,138</sup> Concretamente Goldfarb et al,<sup>136</sup> compararon mediante estudio por resonancia magnética (RM) los cambios producidos en el túnel del carpo tras la trapeciectomía comparado con pacientes a los que además de la exéresis del trapecio se les realizaba la liberación del LTC. Observaron un aumento en el volumen del túnel en ambos grupos, no obstante, la diferencia era muy superior, 7% versus 24%, cuando se asociaba la apertura de LTC (Figura12).



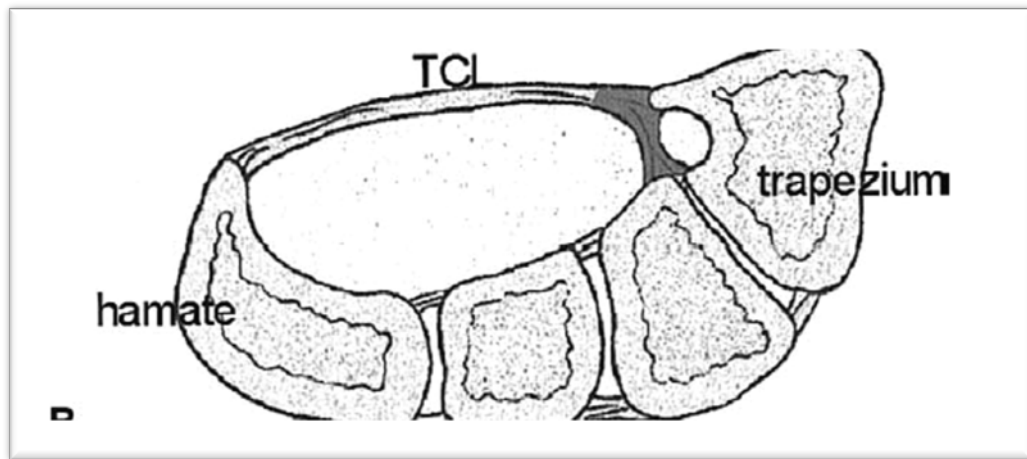
**Figura 12.** (A) Imagen preoperatoria de RM en un paciente tras la trapeciectomía aislada que muestra aumento de anchura del túnel. (B) Imagen postoperatoria en el mismo paciente que revela un del diámetro anteroposterior y una configuración más circular del túnel del carpo.

Reproducido de: Goldfarb et al. The Journal of Hand Surgery. 2003 <sup>136</sup>

Tradicionalmente, estas dos patologías se han tratado mediante incisiones separadas, realizando un abordaje dorso radial para la trapeciectomía y un segundo abordaje en la región palmar para la descompresión quirúrgica del nervio mediano.<sup>34,139,140</sup>

La liberación del túnel carpiano por su vertiente radial, descrita por primera vez por Weber y Sanders,<sup>141</sup> se basa en la disposición anatómica del LTC. El LTC se divide

para formar un túnel alrededor del tendón del flexor carpi radialis (FCR) a nivel de la muñeca (Figura 13). La capa superficial de esta división forma el techo del FCR, y la capa profunda forma el suelo. El tendón del *flexor pollicis longus* (FPL), como estructura más radial del túnel carpiano, se encuentra justo debajo de esta capa profunda. La división de las capas superficial y profunda del tendón del FCR expone el tendón del FPL y libera el TCL. Cuando se utiliza esta técnica para tratar el síndrome del túnel carpiano, Weber y Sanders informaron resultados de buenos a excelentes en el 91% de los pacientes.



**Figura 13.** Dibujo de corte transversal a nivel del túnel del carpo a nivel de la inserción del LTC en el trapecio. Reproducido de: Cassidy et al. The Journal of Hand Surgery. 2004.<sup>138</sup>

Cassidy et al<sup>138</sup> en su estudio en cadáver realizaba una técnica para liberar el LTC a través de la misma incisión utilizada para la trapeciectomía. Con esta técnica defendía que evitaba una segunda incisión separada, así como las complicaciones potenciales, como la cicatrización, la infección de la herida y necrosis del puente cutáneo. El primer y único trabajo clínico que estudia a cerca la posibilidad de realizar el tratamiento quirúrgico de ambas patologías, STC y rizartrrosis, a través de un solo abordaje, se trata de una serie de 10 casos.<sup>142</sup> Éste trabajo basado en el estudio de Weber y Sander, realiza la liberación del túnel carpiano a través de un abordaje de Wagner,<sup>141</sup> mediante el cual tras la trapeciectomía, realizan la liberación del túnel carpiano por su inserción radial,

abriendo las dos capas que envuelven al FCR hasta exponer el FPL, lo que nos permite confirmar la apertura de túnel del carpo (Figura 14 y 15). Sus conclusiones son que la liberación del túnel carpiano del lado radial y la artroplastia de resección realizada a través de una única incisión proporciona resultados prometedores de los síntomas atribuibles al síndrome del túnel carpiano, con 9 de 10 extremidades con resolución completa de todos los síntomas.

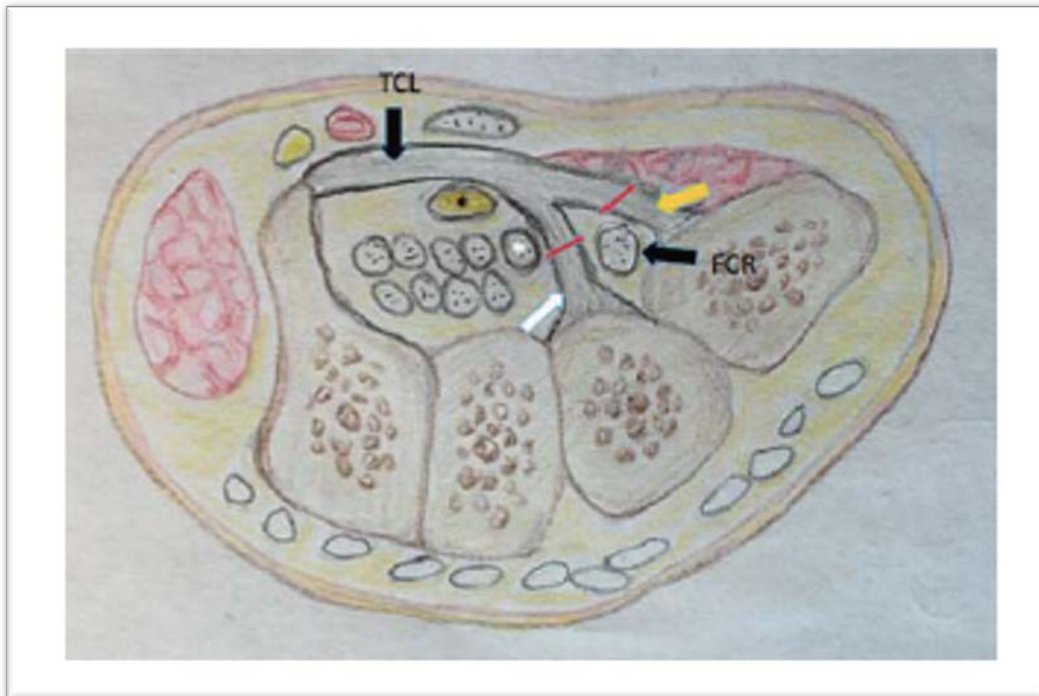


Figura 14. Dibujo de corte transversal a nivel del túnel del carpo. El LTC se divide en 2 capas una superficial (flecha amarilla) y otra profunda (flecha blanca) que envuelven el FCR. Las líneas rojas marcan las incisiones que se realizan en ambas capas para realizar la apertura del túnel del carpo mediante un abordaje dorsoradial tras la exéresis del trapecio. Reproducido de: Ingari et al. Tech Hand Surgery 2015.<sup>142</sup>





**Figura 15.** (A) Abordaje de Wagner para la realización de la trapeciectomía ( PCN: nervio cutáneo palmar);FCR: Flexor carpi radialis). (B). Tras la apertura de la capa profunda del LTC se puede apreciar el flexor pollicis longus (Flecha negra). Reproducido de: Ingari et al. Tech Hand Surgery 2015.<sup>142</sup>

No obstante, hasta la fecha no hay trabajos que describan la liberación radial del LTC a través de la técnica de Burton Pellegrini,<sup>129</sup> o estudios que contraste clínicamente los resultados en pacientes a los que se les realiza la liberación mediante 2 incisiones separadas comparado con los que sólo se les realiza una incisión para tratar ambas patologías.

## **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**



### 3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El tratamiento quirúrgico del STC se considera el más efectivo, siendo el único tratamiento modificador de la enfermedad,<sup>54-57</sup> Alrededor del 70 – 90% de los pacientes obtienen buenos o excelentes resultados a largo plazo tras la apertura del TC.<sup>58,59</sup>

A pesar que la cirugía del STC es considerada como segura y eficaz, ésta no está exenta de complicaciones.<sup>70</sup> La tasa de fracaso terapéutico, basándonos en los casos de no mejoría postquirúrgica, se sitúa según los estudios entre el 3 y 25% de los casos.<sup>71,72</sup>

Una de las posibles complicaciones puede tener relación con los tendones flexores tras la apertura del LTC, en concreto con la aparición del dedo en resorte.<sup>7,79,80</sup> El estudio de cómo minimizar esta complicación puede cambiar nuestra práctica clínica habitual con una importante repercusión para el paciente. Es por ello que realizamos un estudio retrospectivo con el fin de valorar si la reconstrucción del LTC podría disminuir la aparición de DR tras la cirugía del STC.

Por otro lado, y debido a la elevada prevalencia de STC en la población, no es infrecuente el realizar en el mismo acto quirúrgico de liberación quirúrgica conjuntamente con otro procedimiento en la misma extremidad. Concretamente, uno de los más habituales es la coexistencia de STC y Rizartrrosis en el mismo paciente.<sup>12,34,134</sup> Estudios previos recomiendan el tratamiento quirúrgico combinado de las dos patologías en el mismo acto quirúrgico.<sup>36,136</sup>

El estandarizar un tratamiento quirúrgico, basado en evidencia científica, para la realización de ambos procedimientos en el mismo acto quirúrgico nos ayudaría a optimizar los resultados en nuestros pacientes. Es por ello que diseñamos un estudio prospectivo aleatorizado, con la finalidad de demostrar que el procedimiento quirúrgico de ambas patologías se puede realizar mediante una única incisión, evitando así las potenciales complicaciones asociadas a una segunda incisión.



## **HIPÓTESIS DEL ESTUDIO**



## 4. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

La unidad temática de esta tesis se estructura alrededor de dos estudios enfocados cada uno de ellos en alguno de los aspectos menos investigados a cerca de las complicaciones derivadas del Síndrome del Túnel del Carpo.

TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

1. La reconstrucción en posición alargada del ligamento transversal del carpo tiene una menor incidencia postoperatoria de dedo en resorte comparada con la apertura sin reconstrucción.

TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

1. La liberación del túnel del carpo mediante una única incisión en pacientes con cirugía concomitante de síndrome del túnel del carpo y rizartrrosis es igual de efectiva que la realización de dos incisiones separadas.
2. La liberación del túnel del carpo mediante una única incisión en pacientes con cirugía concomitante de síndrome del túnel del carpo y rizartrrosis presenta una menor tasa de complicaciones asociadas a la intervención.





## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**



## 5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

ARTÍCULO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

1. Evaluar la incidencia postoperatoria de dedo en resorte en los pacientes que se someten a la reconstrucción en posición elongada del LTC comparado con los pacientes a los que se realiza la apertura del LTC sin la reconstrucción.

ARTÍCULO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol*. (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

1. Evaluar si la descompresión del túnel del carpo en pacientes con procedimiento conjunto de rizartrosis mediante una única incisión es igual de efectiva que realizar el procedimiento quirúrgico mediante dos incisiones separadas.
2. Evaluar los resultados asociados de realizar una o dos incisiones, con el objetivo de prevenir los potenciales riesgos de morbilidad asociada a la realización de una segunda incisión como pueden ser el dolor, mayor tiempo quirúrgico, infección de herida quirúrgica o necrosis cutánea entre ambas incisiones.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**



## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1: TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergada, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

Para este estudio, realizamos una revisión retrospectiva de todos los pacientes intervenidos de cirugía de STC desde el 1 de enero de 2011 hasta el 31 de diciembre 2015 en el Hospital Vall d'Hebrón. Se incluyeron las dos técnicas, la apertura de LTC sin reconstrucción (apertura tradicional) y la apertura con posterior reconstrucción en posición alargada del LTC. Antes de la recogida de datos, se obtuvo la aprobación del comité ético local de ética local (PR(ATR )146/2018). Todas las cirugías fueron realizadas por los cirujanos de la Unidad de Mano de nuestro centro utilizando la misma técnica. La decisión de realizar apertura tradicional o reconstrucción del TCL fue tomada por el cirujano responsable de la intervención.

Los criterios clínicos para la liberación quirúrgica del túnel carpiano fueron: sintomatología compatible con STC presentando síntomas lo suficientemente graves como para producir despertar nocturno del paciente o producir una alteración de la vida diaria, así mismo con una exploración física positiva (por ejemplo, la prueba de Phalen y la prueba de Tinel). Todos los pacientes intervenidos tenían electromiograma (EMG) con resultados compatibles con diagnóstico de STC.

Se excluyeron a aquellos pacientes con factores etiológicos comórbidos que predisponen al STC, como la diabetes mellitus, los traumatismos agudos sobre esa

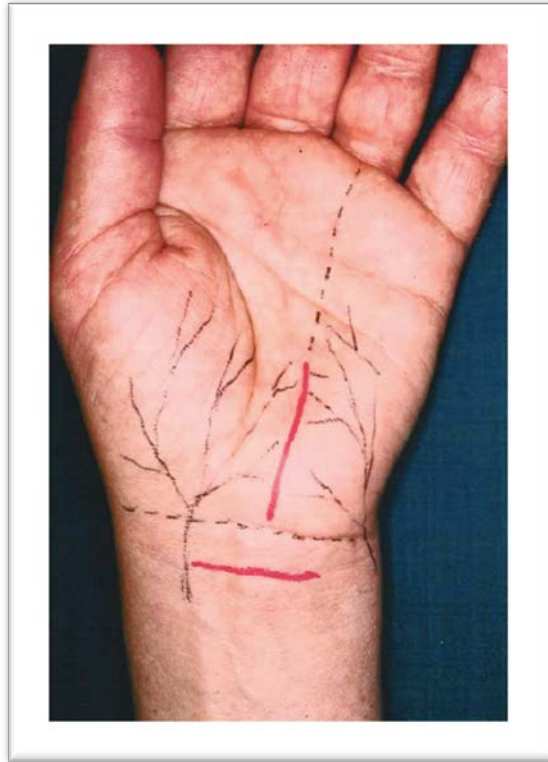


extremidad, la artritis reumatoide, el embarazo o el hipotiroidismo. También se excluyeron los pacientes que presentaban síntomas de dedo en resorte (DR) en la exploración física preoperatoria o que tuvieran antecedentes de cirugía de DR y/o infiltración previa de DR, así como los pacientes sometidos a re intervención de STC.

Se recogieron los siguientes datos de los pacientes incluidos en el estudio: datos demográficos del paciente (edad y sexo), comorbilidades, mano dominante y datos relacionados con su cirugía de STC (fecha, lado de la mano operada, resultados de la exploración física preoperatoria, valores de EMG, técnica quirúrgica y complicaciones postoperatorias).

### **Técnica quirúrgica**

La cirugía se realiza con anestesia local, con manguito de isquemia a 250 mmHg y sin profilaxis antibiótica. Se realiza una incisión palmar corta de unos 4 cm a nivel el eje radial del cuarto dedo (a nivel proximal desde la parte distal del pliegue de la muñeca hasta la línea cardinal de Kaplan a nivel distal) (Figura 16).



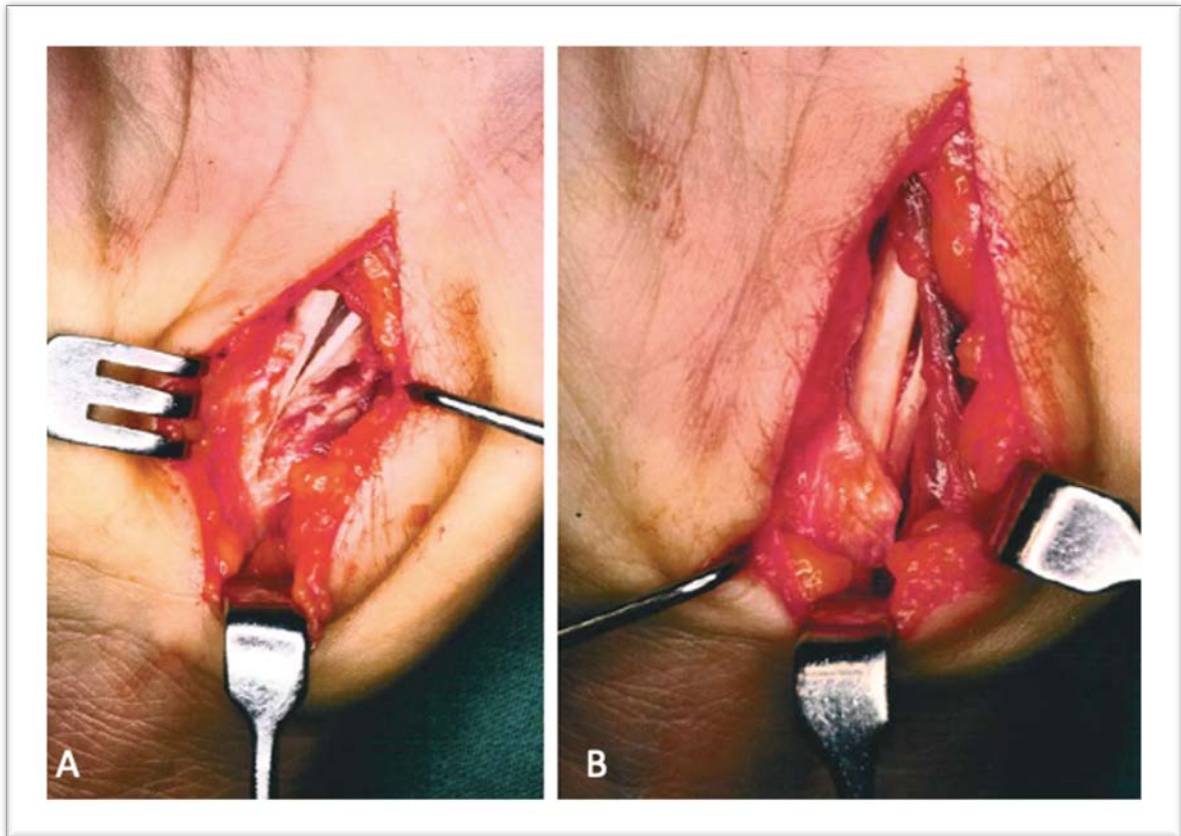
**Figura 16.** Incisión (línea roja longitudinal) sobre el 4º radio, distal al pliegue de flexión de la muñeca, lo que teóricamente respeta los límites de la inervación cutánea correspondiente al nervio mediano y cubital.

Reproducido de: Luchetti et al. Carpal Tunnel Syndrome. 2007<sup>143</sup>

Mediante disección roma, se separa el tejido subcutáneo hasta visualizar el LTC. Se identifican los bordes distal (identificando la grasa perivascular a nivel distal que protege el arco superficial distal) y proximal de dicho ligamento. En la apertura tradicional sin reconstrucción del LTC (*CTR cohort*) se realiza una incisión longitudinal en línea con el borde radial del gancho del ganchoso. Se inspecciona el nervio mediano y se comprueba la completa apertura del LTC proximal y distalmente. Se sutura la piel con una sutura no reabsorbible monofilamento 5/0 y se realiza un vendaje compresivo antes de retirar la isquemia.

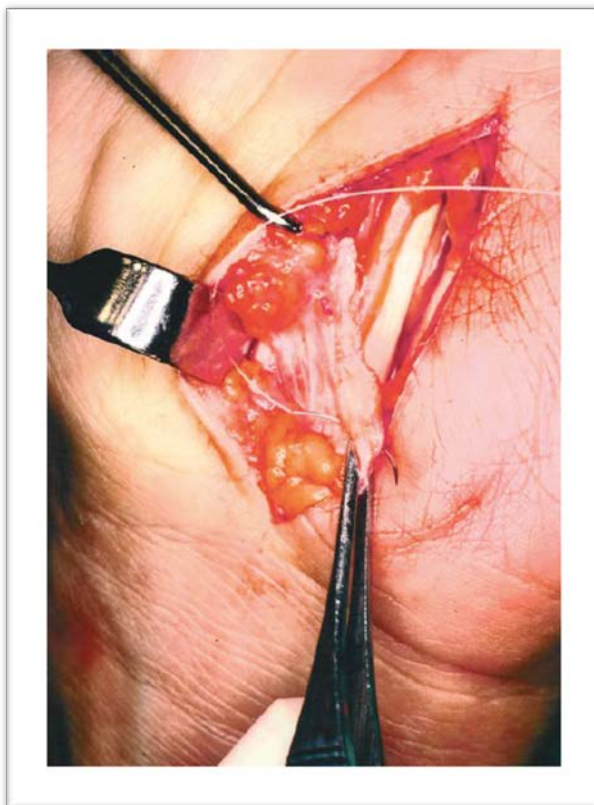
En la técnica de elongación en Z (*Reconstruction cohort*), se realizó según la describió Lluch et al.<sup>82</sup> La cirugía se realiza de la misma manera a través de una incisión cutánea palmar de 4 cm justo distal al pliegue de flexión de la muñeca. Tras la incisión cutánea, se realiza disección roma del tejido graso subcutáneo y posteriormente una

incisión longitudinal de la inserción radial del músculo *palmaris brevis* y del techo del compartimento del compartimento de Guyon. El nervio y la arteria cubital se protegen cubitalmente mediante un separador. El LTC se incide justo a nivel radial del gancho del ganchoso hasta observar los tendones flexores.



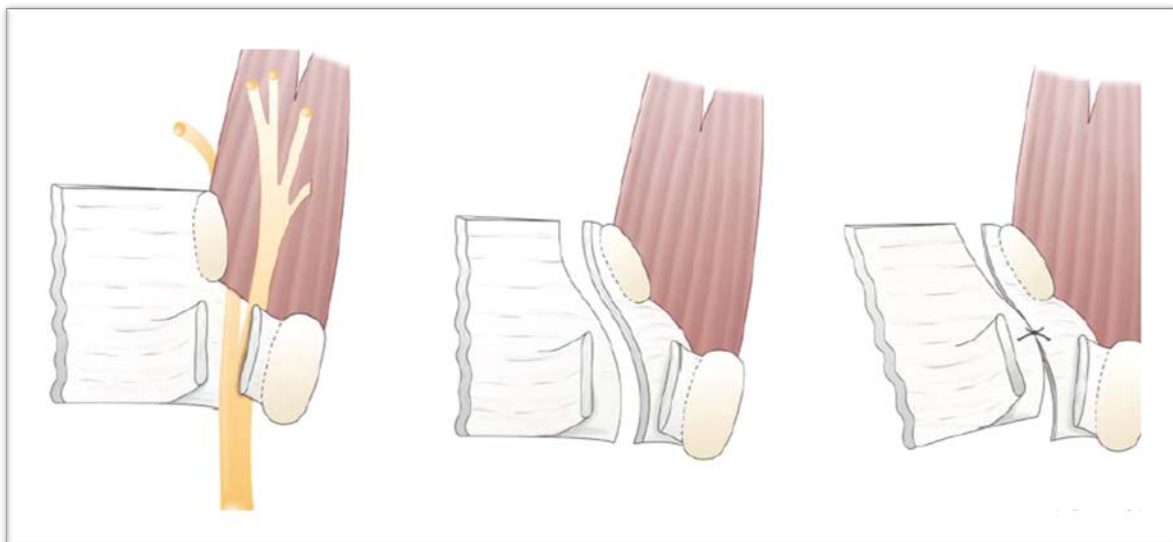
**Figura 17** (A) Se realiza la apertura en S del LTC. (B) Se obtienen dos colgajos, con la parte proximal del colgajo radial de la LTC más larga que la parte distal lo que nos permite la posterior sutura en posición elongada. Reproducido de: Luchetti et al. Carpal Tunnel Syndrome. 2007<sup>143</sup>

Posteriormente la división del LTC continúa distalmente hasta el margen distal del LTC. La arteria cubital y el arco vascular superficial se localizan y se protegen, separándolos distal y cubital para no lesionarlos durante la apertura. A continuación, el LTC se divide proximalmente en dirección cubital con una angulación de unos 45° hacia el hueso pisiforme. Esto da lugar a que la parte proximal del colgajo radial de la LTC sea más larga que la parte distal (Figura 17).

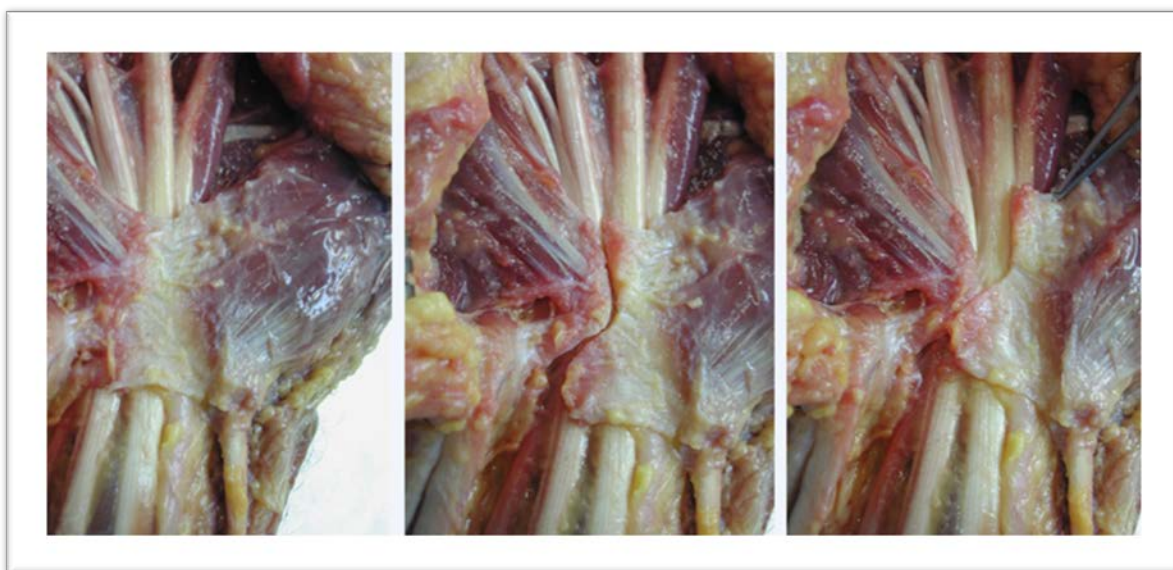


**Figura 18:** Sutura del ambos colgajos a nivel del gancho del ganchosos. Reproducido de: Luchetti et al. Carpal Tunnel Syndrome. 2007<sup>143</sup>

El colgajo radial y proximal del LTC se sutura entonces al borde cubital del FR, justo proximal al gancho del ganchoso, con una sutura reabsorbible monofilamento de 3.0 (Figura 18). De este modo, conseguimos una reconstrucción del LTC en una posición alargada en el nivel del gancho del ganchoso, que es el punto donde se producen las subluxaciones tendinosas (Figuras 19 y 20).



**Figura 19:** Imagen esquemática técnica quirúrgica de la reconstrucción del LTC en posición elongada descrita por Luch et al: Reproducido de: Luchetti et al. Carpal Tunnel Syndrome. 2007<sup>143</sup>



**Figura 20:** Imagen anatómica de la técnica quirúrgica de la reconstrucción del LTC en posición elongada descrita por Luch et al. Imagen cortesía del Dr A Lluch.

## **Cuidados postoperatorios**

Se inmoviliza con vendaje blando. Se indica realizar movimientos activos de flexoextensión de los dedos desde el primer momento. Se realiza la primera cura a las 10-15 días y se retiran los puntos cutáneos.

El seguimiento postoperatorio de los pacientes fue a las 2 y 6 semanas, y a los 3 y 6 meses. Los pacientes que se sometieron a la apertura tradicional, mediante una incisión longitudinal del retináculo flexor, se clasificaron como *cohorte CTR*; los pacientes que se sometieron a la reconstrucción en posición alargada del retináculo flexor fueron etiquetados como la *cohorte de Reconstrucción*.

Los pacientes con sintomatología de DR, que presentaban bloqueo articular asociado a dolor que empeora a la palpación sobre la polea A1 en la mano ipsilateral después de la cirugía de STC fueron diagnosticados como DR post STC. Se recogieron los datos relacionados con la localización y el tiempo de la aparición del DR postoperatorio, así como tipo de liberación de LTC realizada.

## **Metodología estadística:**

Las variables categóricas se presentaron como números absolutos y porcentajes, mientras que las variables continuas se resumieron como medianas con rangos intercuartílicos, o medias y desviaciones estándar (DE). Los análisis comparativos se realizaron con la prueba  $\chi^2$  de Pearson o la prueba exacta de Fisher para las variables categóricas, y con la prueba t de Student o la prueba U de Mann-Whitney para las variables continuas. Todas las pruebas estadísticas fueron bilaterales o de 2 colas. El

criterio de significación estadística se fijó en  $P < 0,05$ . Para determinar qué parámetros habían influido en el desarrollo de dedo en gatillo, se realizó un análisis de regresión logística binario. Se utilizaron *odds ratios* e intervalos de confianza del 95% (IC) para cuantificar para cuantificar la magnitud de cualquier asociación. El análisis estadístico se realizó con Stata 14.2 (StataCorp, College Station, Texas).

6.2 TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

Realizamos un estudio prospectivo randomizado para valorar el resultado en pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico del STC, en pacientes a los que se les realizaba simultáneamente en la misma intervención el procedimiento de Artroplastia de resección e interposición con reconstrucción ligamentosa para el tratamiento de rizartrrosis, comparando los resultados entre un grupo que se realizaba todo el procedimiento mediante una única incisión con otro grupo que se realizaba con dos incisiones separadas, una para cada procedimiento. Los pacientes se intervinieron en el periodo comprendido entre Marzo del 2017 a Junio del 2019. Todos los procedimientos seguidos se ajustaron a las normas éticas del comité responsable de la experimentación humana (institucional y nacional) y con la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2008. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes para ser incluidos en el estudio. El estudio se registró en ClinicalTrials.gov (NCT04391751). Antes de la recogida de datos, se obtuvo la aprobación del comité de ética local (PR(ATR)147/2018). El manuscrito se redactó siguiendo las guías CONSORD (Consolidated Standards of Reporting Trials).

Se incluyeron los pacientes con indicación quirúrgica para el tratamiento tanto de rizartrrosis como de STC en la extremidad ipsilateral. La cirugía para el STC se indicó en aquellos pacientes con síntomas suficientemente severos como para interrumpir el sueño nocturno o limitar las actividades de la vida diaria, y cuando los hallazgos de la exploración física (por ejemplo, la prueba de Phalen o de Tinel) eran positivos y las



pruebas de electromiograma (EMG) apoyaban el diagnóstico de STC, este último realizado en todos los pacientes.

La gravedad del STC se clasificó como leve, moderada o grave, en función del índice de sensorial observada en el EMG y la distancia de latencia distal motora, de la siguiente manera: (1) leve = velocidad de conducción sensorial ortodrómica lenta (<46 m/s), pero latencia distal motora normal; (2) moderada = velocidad de conducción sensorial lenta (<46m/s) pero latencia motora distal latencia distal motora de más de 4,0 ms; (3) grave = latencia distal motora prolongada o perdida y la pérdida potencial de un axón nervioso sensorial.

Se propuso la cirugía para el tratamiento de la rizartrrosis cuando la gravedad de la artrosis era radiográficamente identificada como estadio II o superior según la clasificación de Eaton<sup>144</sup> y el paciente refería dolor intenso, localizado en la articulación trapeciometacarpiana, que aparecía y/o empeoraba con la actividad o que se reproducía mediante el test de provocación (Grind Test) o la palpación directa, y siempre tras el fracaso del tratamiento conservador previo (por ejemplo, uso de una órtesis, medicación antiinflamatoria, fisioterapia y/o infiltraciones de corticoides). Los pacientes con factores etiológicos comórbidos que predisponen al STC, como diabetes mellitus, traumatismos agudos, artritis reumatoide, el embarazo, el hipotiroidismo y el hipertiroidismo, fueron excluidos del estudio. Asimismo, se excluyeron los pacientes que presentaban artrosis postraumática, procedimientos quirúrgicos previos que pudieran haber alterado la anatomía del túnel carpiano, la compresión del nervio a nivel más proximal, o cualquier otro atrapamiento del nervio de la extremidad superior.

En el estudio se incluyeron 40 pacientes, todos ellos completaron el periodo de seguimiento completo. Tras obtener el consentimiento informado de todos los pacientes, se les asignó aleatoriamente al tratamiento con liberación del túnel del carpo durante la

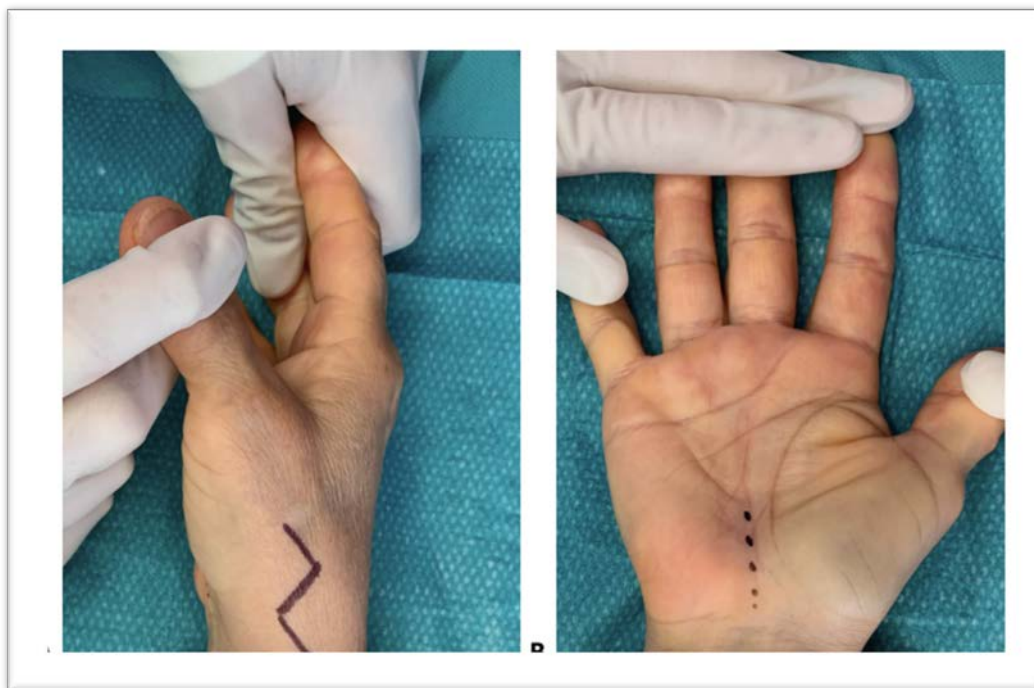
trapeciectomía con reconstrucción ligamentosa e interposición de tendinosa (LRTI) mediante una única incisión (Grupo I) o liberación del túnel del carpo durante la LRTI mediante dos incisiones separadas (Grupo II).

Se aplicó método de aleatorización simple con una proporción de asignación de 1:1. Se utilizó una tabla de números aleatorios generada por ordenador. Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo cirujano.

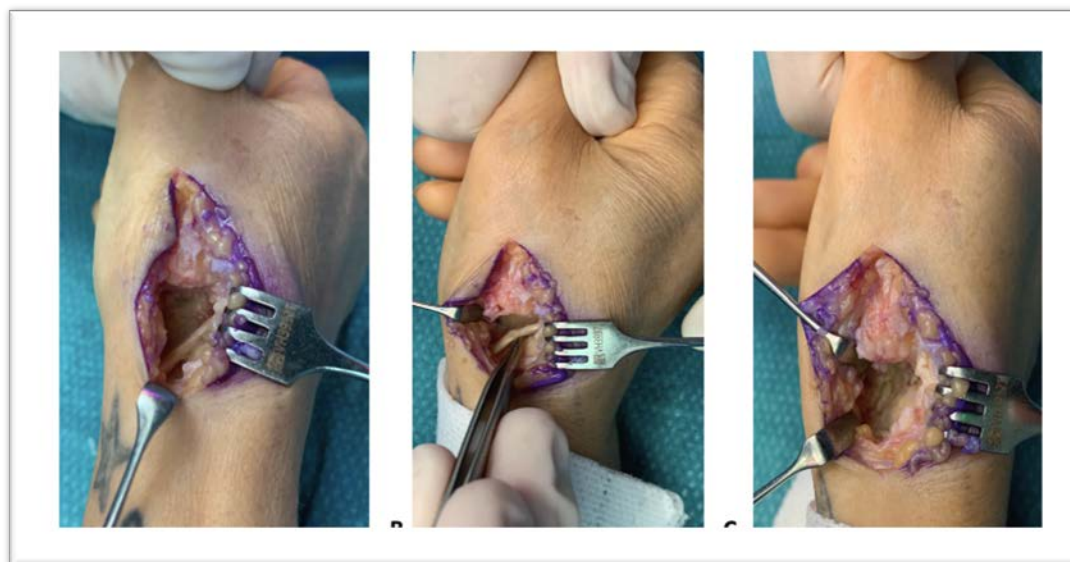
## **Técnica quirúrgica**

### Grupo I:

La técnica quirúrgica elegida para la artrosis TMC fue una trapeciectomía con reconstrucción ligamentosa e interposición tendinosa (LRTI), utilizando FCR, como describen Burton y Pellegrini.<sup>140</sup> A través de un abordaje dorsal sobre de la articulación trapeziometacarpiana, se localiza y protege rama sensitiva superficial del nervio radial y la arteria radial, para posteriormente tras la capsulotomía articular, realizar la trapeciectomía total (Figura 21). Se tiene que tener especial cuidado durante la exéresis del trapecio para no dañar el tendón flexor carpi radiales (FCR) localizado justo en la profundidad del trapecio. La tracción volar del FCR mediante un retractor nos permite localizar e incidir longitudinalmente la capa profunda del túnel del FCR hasta que se visualiza claramente el tendón del flexor pollicis longus (FPL), liberando así el túnel carpiano. En ese momento, para asegurar la liberación completa, se recomienda introducir el dedo del cirujano o una tijera de disección para valorar la apertura del LTC (Figura 22).



**Figura 21.** Abordaje quirúrgico mediante doble incisión para el tratamiento concomitante de Rizartrrosis y STC: (A) incisión dorsoradial para la trapeciectomía e (B) incisión volar para la liberación del túnel del carpo.



**Figura 22.** Abordaje dorso radial para la realización de la LRTI para el tratamiento de la rizartrrosis. Tras la exéresis del trapecio podemos observar al fondo el FCR (A), tras la tracción radial del mismo (B), se aprecia mejor la capa profunda del túnel del FCR. Tras la apertura de LTC se aprecia en primer lugar el flexor pollicis longus (C).

A continuación, se procede a la obtención del injerto tendinoso de la mitad cubital del tendón del FCR proximal a través de una segunda incisión transversal en el tercio medio del antebrazo donde se secciona y se divide hasta su inserción en el metacarpiano índice. Se tuneliza con broca de hueso en la base del primer metacarpiano para pasar el tendón del FCR a través del túnel óseo y se fija con suturas no reabsorbibles. Por último, el tendón restante se enrolla sobre si mismo y se coloca en el hueco correspondiente al trapecio para facilitar la interposición.

### Grupo II:

La exéresis del trapecio y la reconstrucción del ligamento con interposición se realizaron de la misma manera como en el Grupo I, salvo que no se realizó la incisión de la capa profunda del FCR. Tras el cierre de la herida de la incisión radial, se realizó la liberación del túnel carpiano a través de una segunda incisión longitudinal palmar separada.

Se realiza una incisión palmar corta de unos 4 cm a nivel el eje radial del 4º dedo (a nivel proximal desde la parte distal del pliegue de la muñeca hasta la línea cardinal de Kaplan a nivel distal). Mediante disección roma, se separa el tejido subcutáneo hasta visualizar el LTC. Se identifican los bordes distal (identificando la grasa perivascular a nivel distal que protege el arco superficial distal) y proximal de dicho ligamento. Se realiza una incisión longitudinal en línea con el borde radial del gancho del ganchoso. Se inspecciona el nervio mediano y se comprueba la completa apertura del LTC proximal y distalmente.

### **Cuidados postoperatorios y seguimiento:**

Tras la cirugía, la muñeca y la articulación metacarpofalángica del pulgar se inmovilizaron con una férula de yeso durante dos semanas. A continuación, se utilizó una

ortesis durante las siguientes cuatro a seis semanas, durante las cuales se instruyó al paciente para que realizara ejercicios activos de movimiento. Ocho semanas después de la cirugía, se permitieron las actividades de fuerza y el uso de la mano para las actividades cotidianas.

Todos los pacientes se valoraron preoperatoriamente, así como a las 2 y 6 semanas tras la cirugía, y posteriormente a los 3, 6 y 12 meses. En cada evaluación, el paciente además de la valoración clínica debía rellenar una serie de cuestionarios. Todas las visitas fueron realizadas por el mismo evaluador independiente. Antes de la operación, se registraron los datos demográficos del paciente (edad y sexo), las enfermedades comórbidas, mano dominante y actividad laboral. La valoración clínica prequirúrgica incluyó una anamnesis y una exploración física específicas (síntomas del paciente, prueba de Tinel, prueba de Phalen, Grind Test), EMG y radiografías preoperatorias.

La fuerza de agarre se midió antes de la cirugía y a los 3, 6 y 12 meses, registrándose como la media de tres intentos, en kilogramos, ajustados por la dominancia de la mano, utilizando un dinamómetro estándar (Jamar Dynamometer; Jackson, Missouri). Se recogieron también los datos relacionados con la cirugía (fecha, lateralidad de la mano intervenida, duración del procedimiento quirúrgico (en minutos) y complicaciones postoperatorias) y el tiempo medio para volver al trabajo o a las actividades habituales.

Entre las complicaciones, el *pillar pain*, entendido como el dolor entre las zonas tenar e hipotenar de la mano tras la liberación túnel carpiano, se evaluó mediante el "test de la mesa".<sup>145</sup> Para evaluar la intensidad de los síntomas del STC, los pacientes rellenaron la versión en español del Cuestionario de Boston sobre el Túnel Carpiano (BCTQ),<sup>146</sup> en el que cada pregunta se calificó de 1=ninguna molestia a 5=máxima

gravedad de las molestias posibles. El BCTQ abarca dos ámbitos, con una escala de gravedad de los síntomas (SSS) y una escala de estatus funcional (FSS), con 11 y 8 ítems, respectivamente. La función de la mano y el dolor se evaluaron mediante las puntuaciones Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH)<sup>147</sup> (0=sin discapacidad; 100=discapacidad total) y una escala analógica visual de 10 unidades (VAS)<sup>148</sup> (0=sin dolor, 10=dolor máximo), respectivamente. Todas estas puntuaciones se calcularon al inicio y a los 3, 6 y 12 meses después de la cirugía.

### **Metodología estadística:**

Las variables categóricas se presentaron como números absolutos y porcentajes, mientras que las variables continuas se resumieron como medianas con rangos intercuartílicos, o medias y desviaciones estándar (DE), según el caso. Los análisis comparativos se realizaron con la prueba  $\chi^2$  de Pearson o la prueba exacta de Fisher para las variables categóricas, según el caso, y con prueba t de Student o la prueba U de Mann-Whitney para las variables continuas; de nuevo, según corresponda. Todas las pruebas estadísticas fueron de dos colas, y el criterio de significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .

Durante el diseño del estudio, el cálculo del tamaño de la muestra, asumiendo un error  $\alpha$  de 0,025 y un error  $\beta$  de 0,1 (potencia de 0,9), dio como resultado una muestra demasiado grande para ser asumida. Como no se habían publicado otros estudios comparativos en este campo, y suponiendo un estudio con poca potencia, el tamaño de la muestra se redujo a 40 pacientes para realizar un estudio preliminar, que eventualmente podría ampliarse.



## **RESULTADOS**





## 7. RESULTADOS:

7.1 TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

Un total de 1050 pacientes fueron incluidos en el estudio, 865 de los cuales se sometieron a una apertura tradicional del LTC y 185 pacientes se les realizó una reconstrucción del retináculo flexor. Entre estos dos grupos, no hubo diferencias en cuanto a edad, sexo, manos dominantes frente a las no dominantes, o la gravedad de los hallazgos en estudios de conducción nerviosa (EMG) (Tabla 1).

La aparición de DR postoperatorio se produjo en 98 (9,3%) de los 1050 pacientes que se sometieron a intervención de LTC. Setenta y seis (8,7%) de 865 pacientes desarrollaron DR en el grupo de apertura tradicional (grupo 1), frente a 22 de 185 (11,9%) en el grupo de reconstrucción (grupo 2). No se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos quirúrgicos en cuanto a incidencia de DR después de la liberación del LTC ( $p > 0,05$ ) (Tabla 2). En general, el tiempo medio hasta el desarrollo de la DR después de la cirugía de LTC fue de 4,55 meses (SD =  $\pm 2,33$ ; rango = 1-9 meses), y no se encontraron diferencias significativas en el tiempo de desarrollo del DR entre los dos grupos (Grupo 1: 4,57 meses, DE =  $\pm 2,1$  frente a Grupo 2: 4,45 meses, DE =  $\pm 2,1$ ;  $P > 0,05$ ) (Figuras 23 y 24). El rango alcanza los 9 meses porque 7 pacientes que se sometieron a cirugía contralateral de LTC 6 meses después de la primera cirugía, mientras realizaban visitas postoperatorias, aparecieron con DR en la primera mano operada hasta 9 meses después de la cirugía.

<b>Dedo en resorte % ( n )</b>			
	<b>Si (n=98)</b>	<b>No (n=952)</b>	<b>Valor p</b>
<b>Edad</b> (media, rango)	52.28 ± 1.42	52.23 ± 1.27	0.7197
<b>Sexo</b>			0.120
Hombre	17.35 (17)	24.37 (232)	
Mujer	82.65 (81)	75.63 (720)	
<b>Mano dominante</b>			0.476
Derecha	91.84 (90)	93.70 (892)	
Izquierda	8.16 (8)	6.30 (60)	
<b>Lateralidad</b>			0.445
Derecha	54.08 (53)	58.09 (553)	
Izquierdo	45.92 (45)	41.91 (399)	
<b>EMG</b>			0.556
Leve	7.14 (7)	7.14 (68)	
Moderado	47.96 (47)	42.44 (404)	
Severo	44.90 (44)	50.42 (480)	
<b>Técnica quirúrgica</b>			0.187
Apertura tradicional	77.55 (76)	82.88 (789)	
Reconstrucción TCL	22.45 (22)	17.12 (163)	

**Tabla 1.** Características demográficas según aparición de DR tras liberación de túnel carpiano

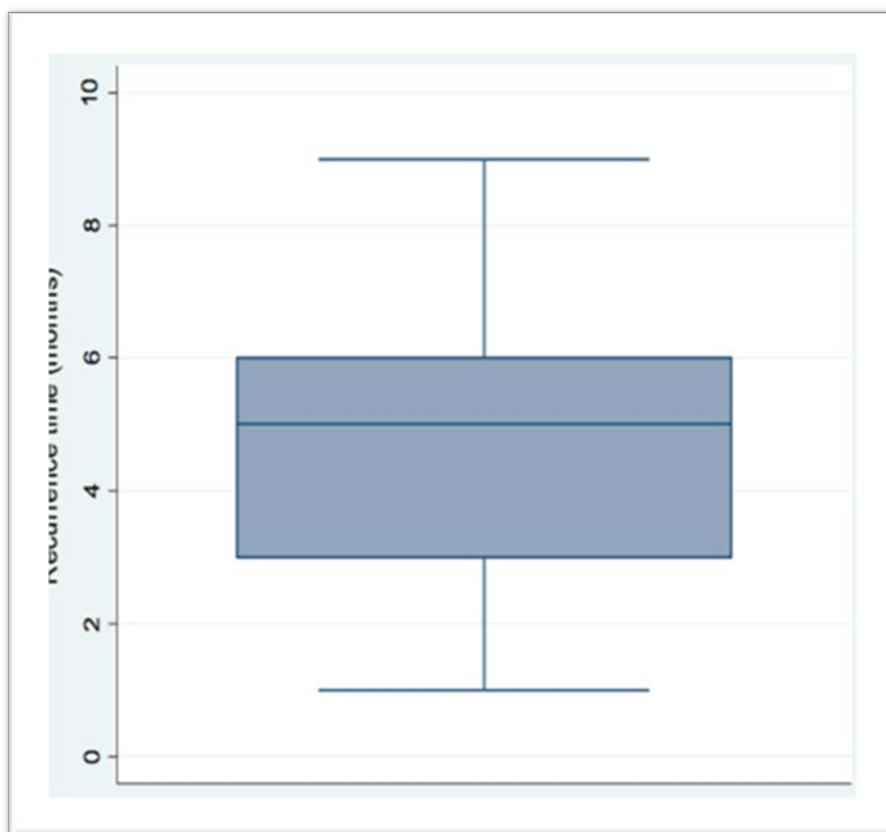


Figura 23. Tiempo de aparición de DR tras la cirugía de STC

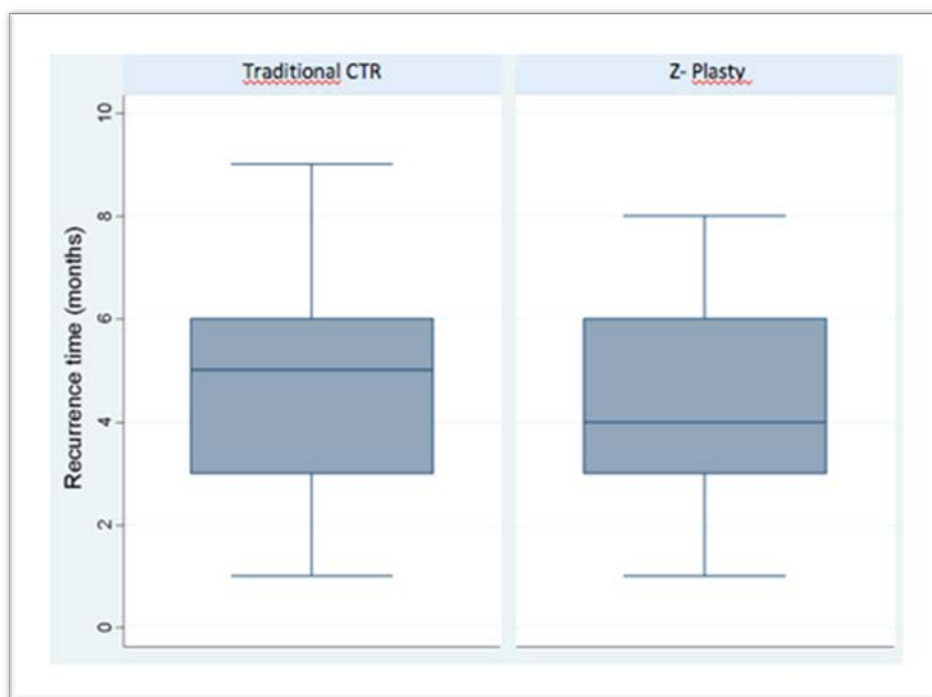
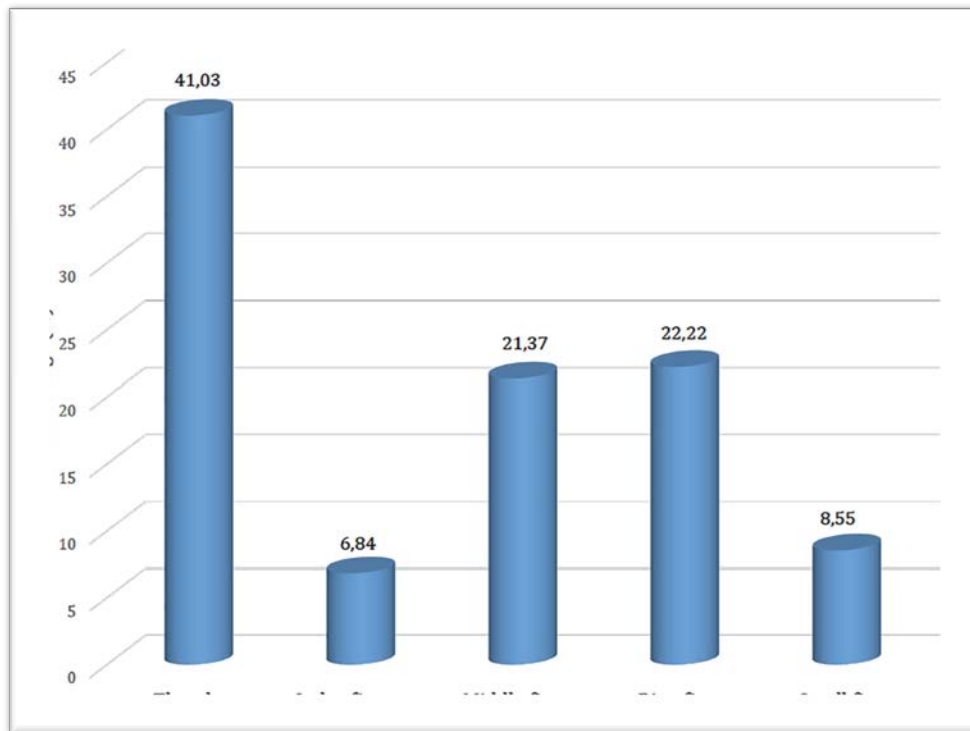


Figura 24. Tiempo de aparición de DR según técnica quirúrgica de STC realizada

El pulgar fue el dedo más frecuentemente implicado (41%), seguido del anular (22%) y el medio (21%) (Figura 25). En el seguimiento de los pacientes afectados con DR, 36 (36,7%) dedos afectados se recuperaron con un tratamiento conservador, consistente en medicación antiinflamatoria no esteroidea e inmovilización, y 23 (23,4%) tras una o más inyecciones de esteroides. En 44 pacientes (44,8%), el DR requirió tratamiento quirúrgico, de los cuales 39 (39,7%) se sometieron a una intervención quirúrgica del dedo afecto como tratamiento inicial y 5 tras el fracaso de la inyección de esteroides realizada previamente.



**Figura 25.** Porcentaje de aparición de DR tras liberación túnel carpiano según el dedo afectado.

	<b>Odds Ratio (IC 95%)</b>	<b>p value</b>
<b>Edad</b>	1.03 (0.88 - 1.21)	0.689
<b>Sexo</b>		
Hombre	1	
Mujer	1.54 (0.89 - 2.64)	0.122
<b>Lado</b>		
Derecha	1	
Izquierda	1.17 (0.78 - 1.79)	0.445
<b>Técnica quirúrgica</b>		
Tradicional	1	
Reconstrucción	1.40 (0.85 - 2.32)	0.189
<b>EMG</b>		
Leve	1	
Moderado	1.13 (0.49 - 2.60)	0.774
Severo	0.89 (0.39 - 2.06)	0.786

Tabla 2: : Análisis de regresión logística de la aparición de DR post cirugía de STC (IC 95%)

7.2 TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

Se randomizaron 40 pacientes en los dos grupos de tratamiento. El grupo de incisión única estaba compuesto por 16 mujeres y 4 hombres, con una edad media de 61,5 años (DE 6,9), mientras que el grupo de doble incisión estaba formado por 17 mujeres y 3 varones con una edad media de 58,5 años (DE 6,2). En el preoperatorio, no se encontraron diferencias entre los dos grupos en cuanto a la afectación de la mano dominante o no dominante, o en los valores de EMG, el estadio de Eaton, la puntuación BCTQ, la puntuación Quick-DASH o la puntuación de gravedad del dolor VAS (Tabla3).

<b>Variable</b>	<b>Grupo única incisión (n=20)</b>	<b>Grupo doble incisión (n=20)</b>
<b>Hombre:Mujer ratio</b>	4:16	3:17
<b>Edad, años (media ± DE)</b>	61.5 ± 6.877	58.45 ± 6.219
<b>Estadio de Eaton (media [rango])</b>	3 (2-4)	3 (2-4)
<b>Mano dominante inetervenida (%)</b>	9(45)	12(60)

**Tabla 3.** Características demográficas de los grupos de incisión única e incisión doble.

Todas las variables estudiadas mostraron una mejora progresiva estadísticamente significativa a lo largo del periodo de observación en ambos grupos de tratamiento,

incluyendo desde valoración preoperatoria a los 3 meses, de los 3 a los 6 meses y de los 6 a los 12 meses de seguimiento (Tabla 4).

Comparando específicamente la evaluación de resultado final de seguimiento con la evaluación preoperatoria, en el grupo de incisión única, la puntuación del BCTQ disminuyó de 54 (37-64) en el preoperatorio a 24,7 (18-32) a los 12 meses de seguimiento, una reducción media de 29,3. En el grupo de grupo de doble incisión, disminuyó de 53,8 (41-79) a 25,2 (21-30), una diferencia de 28.6. Estas dos diferencias no fueron estadísticamente diferentes ( $p=0,74$ ). Las medias de resultados para cada uno de los grupos entre preoperatorio y evaluación final fueron de - 19,1 y -20,0 para el Quick-DASH ( $p 0,20$ ), +5,9 y +6,5 para la fuerza de agarre (aumentos relativos de 18,5 y 22,2%,  $p 0,47$ ), y -5,6 y -5,1 para la escala de gravedad del dolor de la EVA ( $p 0,11$ ), respectivamente. La fuerza de agarre final a los 12 meses de seguimiento en el grupo de incisión única fue de 31,5 frente a 29,0 en el grupo de doble incisión ( $p > 0.05$ ).

La duración media de la cirugía fue significativamente menor en los pacientes del grupo de incisión única (49,5 [rango 41-61] minutos) frente al grupo de doble incisión (58,3 [rango 41-75] minutos) ( $p < 0.02$ ). Cuatro de los 20 pacientes del grupo de doble incisión desarrollaron *pillar pain* frente a ningún paciente con incisión única ( $p 0,035$ ). Un paciente de cada grupo de tratamiento tuvo parestesia temporal en el territorio de la rama sensorial superficial del nervio del nervio radial. Un paciente del grupo de doble incisión, requirió una segunda cirugía del STC por el abordaje volar previo, debido a un alivio parcial del STC tras la primera intervención. No hubo otras complicaciones durante el estudio.



Outcome measurement	Baseline		3-months Follow-up			6-months Follow-up			1-year Follow-up			
	Single-incision group (n=20)	Double-incision group (n=20)	<i>p</i> -value	Single-incision group (n=20)	Double-incision group (n=20)	<i>p</i> -value	Single-incision group (n=20)	Double-incision group (n=20)	<i>p</i> -value	Single-incision group (n=20)	Double-incision group (n=20)	<i>p</i> -value
<b>BCTQ†</b> (mean +/- SD)	54 (37-64)	53.8 (41-79)	0.481	35 (20-45)	35.1 (23-49)	0.892	29.4 (18-39)	29.5 (21-40)	0.989	24.7 (18-32)	25.2 (21-30)	0.744
<b>Quick-DASH‡</b> (mean +/- SD)	34.7 (26-43)	34.5 (26-42)	0.724	22.35 (13-37)	24.9 (14-40)	0.226	19 (12-30)	18.7 (14-27)	0.849	15.6 (12-24)	14.45 (12-22)	0.197
<b>Grip Strength, Kg</b> (mean +/- SD)	25.55 (10-55)	22.5 (10-55)	0.385	21.5 (10-45)	20.75 (10-40)	0.943	28.5 (15-50)	27.75 (10-60)	0.824	31.45 (20-55)	29 (16-60)	0.470
<b>10-VAS¶</b>	7.4 (6-8)	7.4 (6-8)	1.000	3.7 (1-5)	4.1 (1-6)	0.385	2.25 (1-4)	2.8 (1-5)	0.080	1.83 (1-4)	2.25 (1-4)	0.110

Tabla 4. Comparación de las diferentes variables estudiadas durante el periodo de seguimiento de los pacientes. †BCTQ, Boston Carpal Tunnel Questionnaire; ‡QuickDASH,

Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand; ¶10-VAS, 10-unit visual analog scale.

## **DISCUSIÓN**



## 8. DISCUSIÓN:

8.1 TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

En este trabajo, con una cohorte de 1.050 pacientes intervenidos de STC, no hemos encontrado ninguna diferencia en la incidencia de DR postoperatorio entre los pacientes intervenidos mediante la apertura tradicional del LTC con aquellos que se sometieron a la reconstrucción del LTC en posición elongada.

No es raro que el DR coexista con el STC, lo que sugiere un posible proceso fisiopatológico común. En una revisión sistemática,<sup>98</sup> se analizaron un total de 5.654 cirugías de STC de 9 estudios, tras las cuales se desarrolló DR en 483 pacientes, lo que supone una prevalencia media del 8,5% y una incidencia que oscila entre el 5,2% y el 31,7%. El pulgar fue el dedo más comúnmente más comúnmente implicado.

En la literatura no existe consenso claro acerca la relación entre DR y STC, si coexisten por una misma causa fisiopatológica o si la aparición del DR es la consecuencia de la apertura del LTC para el tratamiento del STC. Aunque las etiologías del STC y la DR suelen ser idiopáticas, una causa teórica común que podría influir en ambas patologías es la presencia de una proliferación fibrosa del tendón flexor sinovial y engrosamiento del LTC o de la polea A1, lo que podría explicar la aparición simultánea de TD y STC en la misma mano.

En un estudio prospectivo realizado por Kumar et al<sup>149</sup> para determinar la relación entre el STC y el DR, los pacientes que presentaban STC y DR se compararon con los

que presentaban únicamente STC. Los resultados mostraron que, de 551 pacientes, 211 tenían al menos un DR, y de los 211 pacientes con DR, 91 (43%) tenían STC. Los datos apoyan una correlación entre el STC idiopático y el DR idiopático y un factor fisiopatológico común.

Sin embargo, otros estudios revelan que la histopatología del tejido conectivo en el STC y en la DR no es la misma. El hallazgo patológico en el STC es la fibrosis no inflamatoria del tejido conectivo sinovial con hipertrofia y proliferación vascular hipertrofia y proliferación vascular con obstrucción y engrosamiento de la pared mientras que la patología en el DR es un tejido conectivo irregular con pequeñas fibras de colágeno y abundante matriz extracelular que contiene matriz condroide en la superficie profunda de la polea. En consecuencia, varios autores se decantan más por la teoría de que estas dos condiciones no son el resultado de la misma condición patológica del tejido conectivo, por lo que otro mecanismo debería explicar la concomitancia de CTS y DR.<sup>95,96</sup>

Una de las posibles teorías es la aparición del DR tras a apertura del LTC realizada para el tratamiento del STC. Como hemos comentado, el LTC es una estructura anatómica que funciona como una polea manteniendo los tendones flexores cerca del centro durante la rotación de la muñeca.<sup>82</sup> Tras las apertura del LTC y debido a que el LTC pierde su función de polea, se produce un desplazamiento anterior de los tendones flexores.

Hombal y Owen<sup>97</sup> propusieron un posible mecanismo causante del desarrollo del DR después del la apertura de túnel del carpo. Sugirieron que la división del retináculo flexor o LTC da lugar a un efecto de cuerda de arco, que se manifiesta por una mayor fuerza de fricción de los tendones flexores contra las poleas proximales, especialmente cuando los dedos se mueven con la muñeca en flexión. Por su parte, Karalezli et al<sup>102</sup> evaluaron el efecto de la división del LTC como predisponente a la aparición de DR en

cadáveres y concluyeron que la apertura del túnel del carpo podría ser un factor de predisposición para el desarrollo del DR debido a la modificación del ángulo de entrada del tendón a nivel de la polea A1 y, en consecuencia, aumentar la fricción en esta zona anatómica, predisponiendo así al DR.

Este aumento de contacto conduce a un deterioro del mecanismo de lubricación a nivel del sistema de tendones y sistema de poleas. Las fuerzas de compresión aumentan y se produce una metaplasia fibrocartilaginosa del tejido conectivo localizado a nivel del aumento de la compresión, lo que lleva al resorte digital característico del DR.<sup>99,100</sup>

Así mismo, Lee et al<sup>101</sup> utilizaron la ultrasonografía para confirmar la hipótesis de que pacientes con mayor migración volar de los tendones flexores después de la cirugía de STC tienen un mayor riesgo de desarrollar DR.

Siguiendo en la misma línea, varios investigadores han relacionado el desarrollo del DR con la técnica quirúrgica utilizada para el STC.<sup>93,94,150</sup> Harada et al<sup>151</sup> realizaron un estudio retrospectivo en el que se comparó la liberación endoscópica con la mini incisión en 875 pacientes. Encontraron que 101 (11,5%) de 875 pacientes requirieron cirugía de liberación de la DR después de la liberación del túnel del carpo. No obstante, no encontraron diferencias en la tasa de DR postoperatorio entre la cirugía endoscópica y la mini incisión.

Acar et al<sup>152</sup> realizaron un ensayo clínico prospectivo randomizado en el que los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en 2 grupos. Se compararon las tasas de DR postoperatorio entre los entre los pacientes tratados con dos variantes de cirugía STC abierta: una la apertura tradicional limitada a la división del LTC frente a otra a la que además realizaban la división de la fascia antebraquial del antebrazo. En general, el DR postoperatorio se desarrolló en 36 manos (22,6%) de los 159 pacientes, con una duración media de 5,1 meses (rango = 3-6 meses) después de la cirugía del STC. La incidencia de

la DR fue mayor entre pacientes con la liberación asociada de la fascia distal del antebrazo (31,3%, 25 de 80) que entre los que sólo se sometieron a liberación del LTC (13,9%, 11 de 79), con una odds ratio de 2,81 (95% CI = 1,27-6,21; P = 0,01). Concluyen que la subluxación volar de los tendones, la cual se acentúa con la división de la fascia del antebrazo, es el factor etiológico más importante en el desarrollo del DR.

El tratamiento quirúrgico mediante la división del LTC está generalmente aceptado como el método más eficaz para tratar la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano. No obstante, éste no está exento de complicaciones. Los principales inconvenientes de la cirugía son la disminución de la fuerza de agarre y el *pillar pain*. La mayoría de los autores atribuyen la pérdida de fuerza de prensión a la pérdida del efecto de polea del retináculo flexor sobre los tendones flexores de los dedos. La causa del dolor incisional palmar, también conocido como *pillar pain* es más controvertida. Lluch<sup>153</sup> publicó una disminución media de la fuerza de agarre del 16% con la muñeca en extensión y el 29% con la muñeca en flexión en un estudio realizado en 200 manos intervenidas quirúrgicamente de STC, con una media de seguimiento de 4 años. Con el objetivo de disminuir estas complicaciones, se han descrito varias técnicas para la reconstrucción del LTC. Una de ellas fue descrita por Lluch<sup>82</sup>, que con el objetivo principal de prevenir la pérdida de fuerza que presentan los pacientes postoperados de STC, diseñó una técnica de reconstrucción en posición elongada del LTC. Esta técnica, al disminuir la subluxación volar de los flexores, teóricamente debería prevenir la aparición de DR, al estar relacionado con la fricción de los tendones sobre la polea A1. No hemos encontrado en la literatura trabajos previos que comparen la incidencia de aparición de dedo en resorte tras la apertura completa de LTC versus la reconstrucción del LTC. A pesar de las ventajas teóricas a favor de la reconstrucción del LTC en cuanto a la prevención de la aparición de DR, no hemos identificado en nuestra serie una diferencia en la incidencia

de DR según se realice una técnica u otra. En otros estudios en los que han estudiado las otras las ventajas teóricas de reconstruir o no reconstruir el retináculo -por ejemplo, como medio para disminuir la pérdida de fuerza o el *pillar pain*- se han publicado resultados inconcluyentes, sin pruebas claras de mejora tras la reconstrucción del retináculo.



8.2 TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

En este estudio prospectivo randomizado, se observó una clara mejoría postoperatoria en todas las variables estudiadas para ambos grupos de tratamiento en los tres puntos de seguimiento. Aunque las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas, en dos de los resultados -la puntuación del BCTQ y la intensidad del dolor- la magnitud del cambio fue mayor en el grupo de incisión única. En general, la intensidad del dolor de los pacientes disminuyó en un 75,7 y un 68,9% en los grupos de incisión única frente a los de incisión doble, siendo ambos resultados muy satisfactorios. Las otras dos variables estudiadas, la puntuación QuickDASH y la fuerza de agarre, el grupo de doble incisión superó ligeramente al grupo de incisión única, pero, de nuevo, ambas diferencias no alcanzaron la significación estadística. Además, aunque la mejoría de la fuerza de agarre fue ligeramente mayor en el grupo de doble incisión, los pacientes que se sometieron al procedimiento de una sola incisión mostraron una fuerza de agarre 2,5 kg mayor en la valoración final.

Respecto al tiempo quirúrgico, se observó una clara disminución de la duración, estadísticamente significativa, en el grupo de una sola incisión, siendo de media un 15% más corta respecto a la doble incisión.

Con respecto a las complicaciones, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en la aparición de *pillar pain* postoperatorio. Ningún paciente desarrolló esta complicación en el grupo de única sola incisión frente a un 20% de pacientes en de incisión doble ( $p=0,035$ ). Por otro lado, 2 pacientes, uno en cada uno

de los grupos, presentaron parestesias transitorias en el territorio de la rama sensorial superficial del nervio radial que resolvieron espontáneamente.

Los resultados respecto a las diferencias observadas en la aparición de *pillar pain* es un tema que merece ser considerado, dado que es una de las complicaciones más comúnmente reportadas. Esta complicación transitoria conocida como *pillar pain*, se trata del dolor periincisional a nivel de la eminencia tenar e hipotenar, con una elevada incidencia postoperatoria que va desde 6 al 36% según las series.<sup>75</sup>

En el presente estudio cuatro pacientes del grupo de incisión doble desarrollaron *pillar pain* con una duración media de 3,2 meses tras la intervención. La realización de la cirugía mediante una única incisión evita teóricamente esta complicación.

La etiología exacta de este dolor es incierta, se han sugerido en la literatura diferentes posibles etiologías o mecanismos. Algunos autores consideran que este dolor proviene secundario a una lesión ligamentosa o muscular tras la apertura del LTC en la zona de la incisión quirúrgica. Otra de las teorías proviene de la aparición posterior a una alteración de la alineación de los huesos del carpo, al estar el LTC insertado en ellos, causante del dolor pisopiramidal la región hipotenar. También se ha relacionado con lesión de pequeñas ramas nerviosas cutáneas de los nervios mediano y cubital que cruzan la línea de incisión. Por último, algunos autores creen que el dolor pilar es el resultado de un edema postoperatorio que suele persistir durante 12-16 semanas.<sup>154</sup> Citron y Bendall<sup>155</sup> y Wilson<sup>84</sup> obtuvieron mayor incidencia de *pillar pain* a las 4 y 6 semanas de la cirugía respectivamente. Diet et al.<sup>156</sup>, publicaron una incidencia 44% de *pillar pain* a las 2 semanas, empeoramiento al 55% a los 6 semanas, mejorando de 39% a las 12 semanas y al 4% a las 25 semanas. Kluge et al.<sup>157</sup> publicaron un 4% de *pillar pain* tras sección completa del LTC con un seguimiento de 10 meses.

La justificación de este estudio se basa en la literatura publicada, ya que el síndrome del túnel carpiano y la rizartrosis suelen coexistir.<sup>12,34,134</sup> Trabajos previos recomiendan que en caso de realizar tratamiento quirúrgico para ambas patologías, éste debería ser realizado de manera simultánea durante el mismo acto quirúrgico.<sup>36,136</sup> Tradicionalmente se ha realizado mediante incisiones separadas, una para la trapeciectomía por un abordaje radial sobre la articulación TMC y un segundo abordaje palmar para la apertura de LTC.<sup>34,139,140</sup>

Los estudios anteriores han demostrado que las presiones del túnel carpiano disminuyen después de una trapeciectomía.<sup>136</sup> Sin embargo, la trapeciectomía por sí sola, sin apertura adicional del LTC, es insuficiente para descomprimir completamente el túnel carpiano.<sup>137,138</sup>

En esta línea, Goldfarb et al,<sup>136</sup> compararon mediante un estudio de resonancia magnética (RM) los cambios que se producían a nivel del túnel del carpo tras la exéresis del trapecio y comparaba este grupo con los cambios en pacientes a los que además de la exéresis del trapecio se les realizaba la liberación del LTC. En ambos grupos se observó un aumento en el volumen del túnel, pero con incremento del diámetro del túnel claramente mayor en el grupo en el que se realizaba la apertura del LTC.

Así mismo, Cassidy et al<sup>138</sup> en su estudio en cadáver demostró, a través de mediciones pre y post intervención de la presión dentro del túnel del carpo, que la trapeciectomía aislada no es capaz de bajar la presión del túnel carpiano a sus niveles iniciales normales, sugiriendo así que la liberación del LTC debería realizarse además de la exéresis del trapecio. En este mismo trabajo in vitro, realizado en cadáveres, los autores describían una técnica para liberar el LTC a través de la misma incisión utilizada para la trapeciectomía, evitando una segunda incisión independiente, y así minimizar las

complicaciones potenciales, tales como la alteración en la cicatrización, la infección de la herida y necrosis del puente cutáneo

La liberación del túnel carpiano en su vertiente más radial, descrita por primera vez por Weber y Sanders,<sup>141</sup> se basa en la disposición anatómica del LTC. Este ligamento se divide para formar un túnel alrededor del tendón del FCR a nivel de la muñeca. La capa superficial de esta división forma el techo del FCR, y la capa profunda forma el suelo. El tendón del FPL, como estructura más radial del túnel carpiano, se encuentra justo debajo de esta capa profunda. La división de las capas superficial y profunda del tendón del FCR expone el tendón del FPL y libera el túnel carpiano descomprimiendo así el nervio mediano. Cuando se utiliza esta técnica para para tratar el síndrome del túnel carpiano, Weber y Sanders informaron resultados de buenos a excelentes en el 91% de los pacientes.

El primer y único trabajo clínico que estudia a cerca la posibilidad de realizar el tratamiento quirúrgico de ambas patologías, STC y Rizartrosis, a través de un solo abordaje es el publicado por Ingari y Romeo et al<sup>142</sup>. Reportaron excelentes resultados en 11 pacientes que se sometieron a la liberación del túnel carpiano a través de su vertiente radial asociado a artroplastia de suspensión e interposición TMC mediante una única incisión. Éste trabajo basado en el estudio de Weber y Sander,<sup>141</sup> realiza la liberación del túnel carpiano a través de un abordaje de Wagner,<sup>141</sup> mediante el cual tras la trapeciectomía, realizan la liberación del túnel carpiano por su inserción radial, abriendo las dos capas que envuelven al FCR hasta exponer el FPL, lo que nos permite confirmar la apertura de túnel del carpo. Sus conclusiones son que la liberación del túnel carpiano del lado radial y la artroplastia de resección realizada a través de una única incisión proporciona resultados prometedores de los síntomas atribuibles al síndrome de túnel

carpiano, con 9 de 11 extremidades con resolución completa de todos los síntomas. No obstante, se trata de un estudio de una serie corta de casos y sin grupo control.

Hasta donde sabemos, el estudio realizado es el primero que compara los resultados, mediante un estudio prospectivo aleatorizado, del tratamiento quirúrgico del STC y la rizartrosis realizándolo mediante una o dos incisiones, con resultados a favor de realizar ambas cirugías mediante una única incisión.

## **LIMITACIONES DE LOS ARTÍCULOS**



## 9. LIMITACIONES DE LOS ARTÍCULOS

TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

La interpretación de nuestros propios resultados requiere precaución. La naturaleza retrospectiva de nuestro estudio es una limitación inherente. Sin embargo, se hizo todo lo posible para minimizar el sesgo y los factores de confusión en la recogida de datos, ya que nuestros datos proceden de una institución con registros médicos electrónicos detallados, lo que los hizo fácilmente verificables.

Otra limitación del estudio sería que los pacientes de ambos grupos fueron intervenidos quirúrgicamente por diferentes cirujanos. A pesar de que todos pertenecen al mismo equipo quirúrgico y realizan el procedimiento estándar de la misma forma, no todos los cirujanos realizaban ambas técnicas.

Por otro lado, al excluir los pacientes con factores predisponentes como entre otros la diabetes mellitus, el hiper o hipotiroidismo, o el embarazo, nos centramos en general en el efecto de la reconstrucción del LTC y el posterior desarrollo del DR, y así evitar factores de confusión. No obstante, tal vez hubiera sido mejor incluir a todos los pacientes y tratar los datos mediante una regresión multivariante, para valorar si estos se encontraban en mayor porcentaje en alguno de los dos grupos, que podría explicar un aumento en la incidencia del DR. Otra limitación es la valoración mediante estudios imagen. Los estudios de imagen como la ecografía o la resonancia magnética, que pueden ser útiles para explicar la etiología, no se incluyeron en este estudio.



TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

Los resultados deben ser interpretados con cautela debido a las limitaciones de este estudio.

A pesar de ser aleatorio y controlado, nuestro estudio no tiene la potencia suficiente. El cálculo del tamaño de la muestra necesario para detectar diferencias estadísticamente significativas en la reducción del dolor y el aumento de la fuerza de agarre arrojaron tamaños de grupo de tratamiento (n=98 y n=112 por grupo respectivamente), un número de participantes muy elevado, más propio dentro del ámbito de un estudio multicéntrico. Por otra parte, la diferencia en la puntuación del BCTQ desde el inicio hasta el año de seguimiento fue prácticamente idéntica en los dos grupos, con puntuaciones reducidas de 29,3 y 28,6 en el grupo incisión única versus doble incisión, respectivamente, lo que sugiere que incluso un estudio mucho más amplio no habría detectado ninguna ventaja clínica o estadística entre ambos abordajes. También sería de interés un seguimiento más prolongado para determinar si las ganancias conseguidas durante el primer año postoperatorio se mantienen más a largo plazo.

La asociación de pruebas complementarias como la EMG o pruebas de imagen podría haber sido útil para valorar los cambios posquirúrgicos, y contrastar las diferencias entre ambos grupos.

Por último, el examinador clínico no era ciego, lo que podría haber influido en las respuestas de los pacientes durante el seguimiento.

## **CONCLUSIONES**



## 10. CONCLUSIONES

TRABAJO 1: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Nuñez-Camarena, J. Lluch-Bergadà, A. Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release. *Hand (N. Y)*. (2019). doi:10.1177/1558944719893055

1. La aparición de dedo en resorte no varía en función de si se reconstruye el LTC o no.
2. En base a nuestros resultados, la reconstrucción no es una técnica eficaz para la prevención del dedo en resorte tras la cirugía de STC.

TRABAJO 2: Esteban-Feliu, I. Gallardo-Calero, I. Barrera-Ochoa, S. Vidal-Tarrason N, Mir-Bullo, X. Lluch-Bergadà, A. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* (2021). doi:10.1007/S00590-021-03086-X

1. La cirugía que combina el tratamiento quirúrgico de STC y Rizartrosis puede realizarse mediante un único abordaje para la resolución de ambas patologías.
2. . La descompresión del túnel carpiano través de una incisión es suficiente para la resolución de la sintomatología del STC



## **ANEXO 1: ARTÍCULOS**



# Trigger Digit Incidence After Carpal Tunnel Release: Reconstruction in Elongated Position Versus Traditional Carpal Tunnel Release

HAND  
 1–5  
 © The Author(s) 2019  
 Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](http://sagepub.com/journals-permissions)  
 DOI: 10.1177/1558944719893055  
[hand.sagepub.com](http://hand.sagepub.com)

Ignacio Esteban-Feliu<sup>1,2,3</sup> , Irene Gallardo-Calero<sup>1,2</sup> , Sergi Barrera-Ochoa<sup>3,4</sup>,  
 Núria Vidal-Tarrason<sup>1,2</sup>, Jorge Nuñez-Camarena<sup>1,2</sup> , and Alex Lluch-Bergadà<sup>1,2,5</sup>

## Abstract

**Background:** The development of trigger digit after carpal tunnel syndrome release surgery has been widely reported. Lluch described reconstruction of the flexor retinaculum in elongated position to prevent such complication. **Methods:** We conducted a retrospective review to determine whether patients who undergo reconstruction in elongated position of the flexor retinaculum have a lower incidence of trigger digit postoperatively. In total, 1050 patients were included, 865 of whom had undergone traditional carpal tunnel release and 185 flexor retinaculum reconstruction. **Results:** No differences were found in the incidence of trigger digit after surgery (8.7% of the patients who underwent traditional release vs 11.9% in the reconstruction group). Neither difference was found when comparing mean time with the development of trigger digit. **Conclusions:** In the absence of randomized long-term studies comparing traditional release and reconstruction in elongated position after carpal tunnel release, given our results, we see no reason to favor reconstruction over standard carpal tunnel release as a means to prevent postoperative triggering of digits.

**Keywords:** trigger digit, carpal tunnel release, reconstruction in elongated position

## Introduction

Carpal tunnel syndrome (CTS) is one of the most common causes of pain and neurological symptoms in the hand. It is also the most common focal mononeuropathy, occurring in roughly 3% of the general population.<sup>1</sup> Although conservative treatments have been proposed, most patients require surgical release.

Trigger digit (TD) is a stenosing tenosynovitis that results from disparities in the size of the flexor tendons and first annular pulley, which causes painful locking of the affected finger.<sup>2–5</sup> The development of TD after CTS release surgery has been widely described.<sup>6–8</sup> Transverse carpal ligament (TCL) is a resistant anatomical structure that functions as a pulley to keep flexor tendons near the center during wrist rotation.<sup>9</sup> Anterior displacement of the flexor tendon has been reported after carpal tunnel release (CTR), as TCL loses its pulley function. This has been suggested as the reason for reduced postoperative grip strength in these patients. Furthermore, such flexor tendon displacement increases flexor tendon friction at the proximal digital pulleys, especially when movement is performed with the wrist in a flexed position.<sup>10,11</sup> Cadaveric and ultrasonographic

studies have confirmed this hypothesis and observed an increased TD rate in patients who undergo carpal tunnel surgery.<sup>12,13</sup>

Lluch<sup>9</sup> described reconstruction in the elongated position of the flexor retinaculum (Figure 1) to prevent such release complications. However, very few studies have evaluated the effectiveness of this procedure, especially its role in TD prevention. We sought to determine whether patients who undergo reconstruction in elongated position of the TCL have a lower incidence of TD postoperatively than those who undergo CTR.

<sup>1</sup>Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, Spain

<sup>2</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>3</sup>Hospital Universitari Quirón-Dexeus, ICAEME, Barcelona, Spain

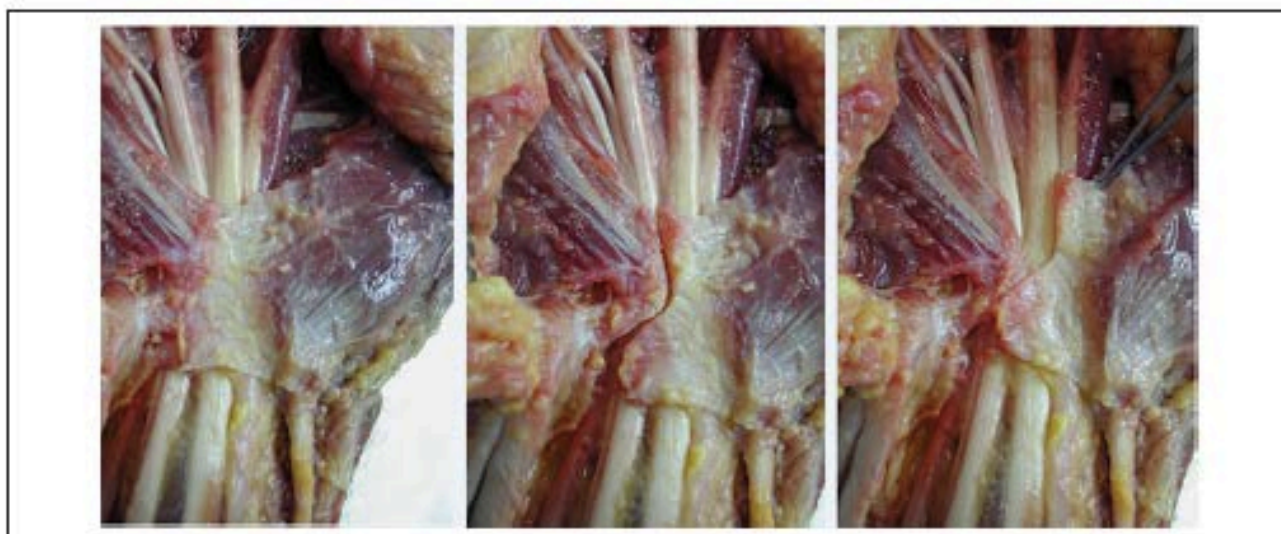
<sup>4</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>5</sup>Institut Kaplan, Barcelona, Spain

### Corresponding Author:

Irene Gallardo-Calero, Hand Surgery Unit, Orthopaedic Surgery, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Passeig Vall Hebron 119-129, 08035 Barcelona, Spain.  
 Email: [igallardo@vhebron.net](mailto:igallardo@vhebron.net)





**Figure 1.** Surgical technique for flexor retinaculum reconstruction in elongated position described by Lluch et al (anatomical specimen).

## Methods

For this study, we conducted a retrospective review of our institutional database to identify all patients who underwent CTS surgery from January 1, 2011, through December 31, 2015, whether traditional CTR or reconstruction in elongated position of the TCL. All surgeries were performed by the surgeons of the Hand Unit of our center using the same technique. The decision of performing traditional CTR or TCL reconstruction was made by the surgeon. The clinical criteria for surgical release of the carpal tunnel were symptoms severe enough to either awaken the patient at night or impede daily living activities, positive physical examination findings (eg, Phalen test and Tinel test), and electromyography (EMG) results supporting the diagnosis of CTS, which were performed in all the patients.

Patients with comorbid etiological factors predisposing them to CTS—such as diabetes mellitus, acute trauma, rheumatoid arthritis, pregnancy, hypothyroidism, and hyperthyroidism—were excluded from the study. Also excluded were patients who presented with TD symptoms on preoperative physical examination or had a history of prior TD surgery and/or TD injection, and patients undergoing revision CTR.

The following data were recorded: patient demographics (age and sex), comorbid conditions, dominant hand, and data related to their CTR (date, side of hand operated on, preoperative physical examination results, EMG values, surgical technique, and postoperative complications). Patients were followed at 2 and 6 weeks, and 3 and 6 months. Patients who underwent traditional CTR, with longitudinal incision of flexor retinaculum, were classified as the CTR cohort, whereas patients who underwent reconstruction in elongated position of the flexor retinaculum

were labeled as the Reconstruction cohort. Patients with locking, triggering, or tenderness to palpation over the A1 pulley in the ipsilateral hand after CTS surgery were diagnosed as having TD. Data related to the location and time to developing new-onset postoperative TD and to any treatment received were collected.

## Statistical Analysis

Categorical variables were reported as absolute numbers and percentages, whereas continuous variables were summarized as medians with interquartile ranges, or means and standard deviations (SDs), as appropriate. Comparative analyses were performed with Pearson  $\chi^2$  or Fisher exact test for categorical variables, as appropriate, and with Student *t* test or Mann-Whitney *U* test for continuous variables, again, as appropriate. All statistical tests were 2-tailed, and the criterion for statistical significance was set as  $P < .05$ . To determine which parameters had influenced the development of trigger finger, binary logistic regression analysis was carried out. Odds ratios and 95% confidence intervals (CIs) were used to quantify the magnitude of any association. Statistical analysis was performed using Stata 14.2 (StataCorp, College Station, Texas).

## Results

A total of 1050 patients were included in the study, 865 of whom had undergone traditional CTR and 185 patients were performed flexor retinaculum reconstruction. Between these 2 groups, there was no difference in age, sex, dominant versus nondominant hands, or severity of findings on nerve conduction studies (EMG) (Table 1).

**Table 1.** Demographic Characteristics According to Trigger Finger Development After CTR Surgery.

Trigger finger			
Variables	Yes (n = 98)	No (n = 952)	P value
Age (mean $\pm$ SD)	52.28 $\pm$ 1.42	52.23 $\pm$ 1.27	.7197
Sex, No. (%)			.120
Male	17 (17.35)	232 (24.37)	
Female	81 (82.65)	720 (75.63)	
Dominant hand, No. (%)			.476
Right	90 (91.84)	892 (93.70)	
Left	8 (8.16)	60 (6.30)	
Side, No. (%)			.445
Right side	53 (54.08)	553 (58.09)	
Left side	45 (45.92)	399 (41.91)	
EMG, No. (%)			.556
Mild	7 (7.14)	68 (7.14)	
Moderate	47 (47.96)	404 (42.44)	
Severe	44 (44.90)	480 (50.42)	
Surgical technique, No. (%)			.187
Traditional CTR	76 (77.55)	789 (82.88)	
TCL reconstruction	22 (22.45)	163 (17.12)	

EMG = electromyography; CTR = carpal tunnel release; TCL = transverse carpal ligament.

**Table 2.** Logistic Regression Analysis of Trigger Finger Development After Surgery.

Logistic regression analysis		
Variables	Odds ratio (95% CI)	P value
Age (mean, range)	1.03 (0.88-1.21)	.689
Sex		.122
Male	1	
Female	1.54 (0.89-2.64)	
Side		.445
Right side	1	
Left side	1.17 (0.78-1.79)	
EMG		
Mild	1	
Moderate	1.13 (0.49-2.60)	.774
Severe	0.89 (0.39-2.06)	.786
Surgical technique		.189
Traditional CTR	1	
TCL reconstruction	1.40 (0.85-2.32)	

Note. CI = confidence interval; EMG = electromyography; CTR = carpal tunnel release; TCL = transverse carpal ligament.

Trigger digit occurred in 98 (9.3%) of 1050 patients who underwent CTR. Seventy-six (8.7%) of 865 patients developed TD in the traditional CTR group versus 22 of 185 (11.9%) patients in the reconstruction group. No significant difference was found between these 2 surgical groups for incidence of TD after CTR ( $P > .05$ ) (Table 2). Overall, the mean time to development of TD after CTR was 4.55

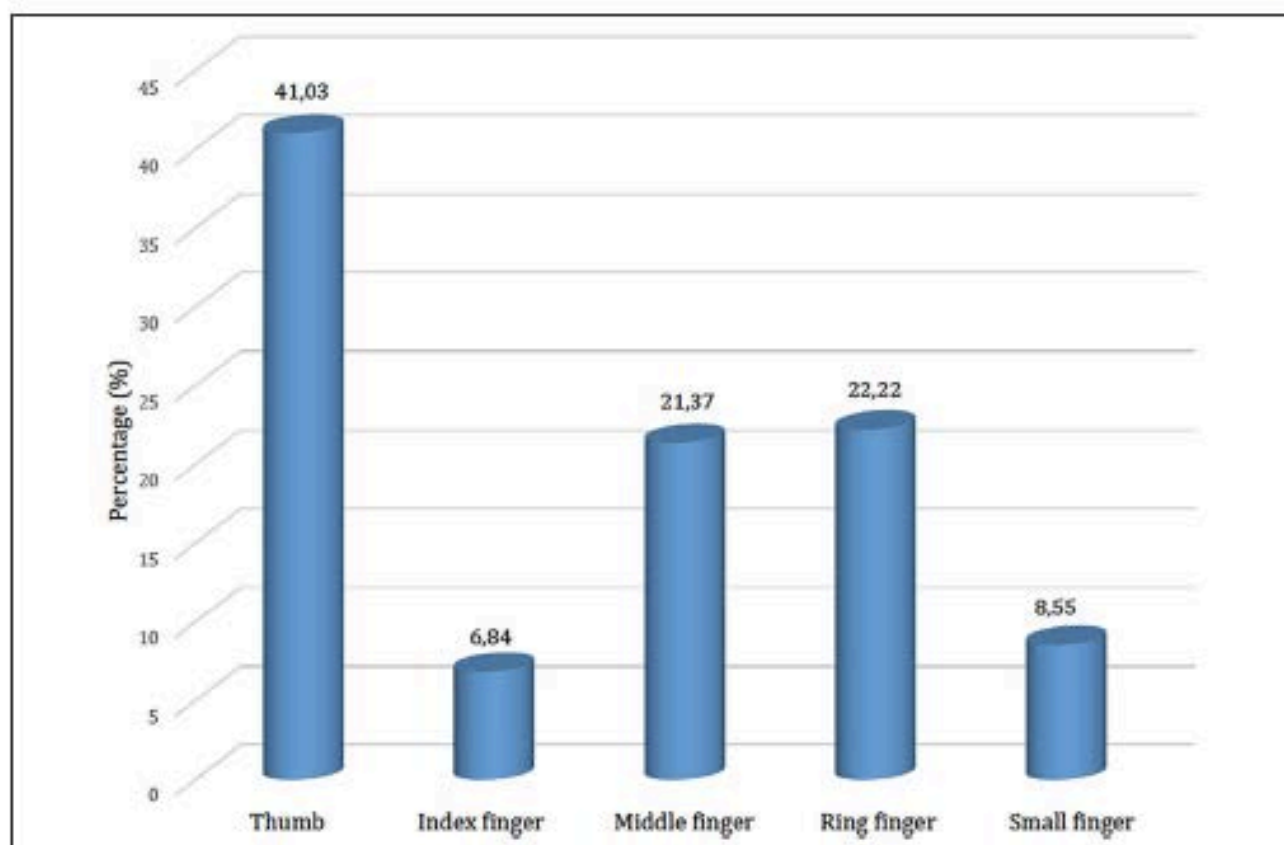
months (SD =  $\pm 2.33$ ; range = 1-9 months), and no significant difference in time to TD development was found between the 2 groups (CTR: 4.57 months, SD =  $\pm 2.1$  vs reconstruction: 4.45 months, SD =  $\pm 2.1$ ;  $P > .05$ ). The range reaches 9 months because 7 patients who underwent contralateral surgery 6 months after the first surgery, and were therefore performing postoperative visits, appeared with TD on the first operated hand up to 9 months after surgery. The thumb was the most frequently (41%) involved digit, followed by the ring finger (22%) and middle finger (21%) (Figure 2).

On follow-up of patients affected with TD, 36 (36.7%) affected fingers recovered with conservative treatment, consisting of nonsteroidal anti-inflammatory medication and splinting, and 23 (23.4%) after 1 or more steroid injections. In 44 patients (44.8%), TD was treated surgically, of whom 39 (39.7%) underwent finger surgery initially and 5 after failure of steroid injection.

## Discussion

In the cohort of 1050 patients who underwent some CTR procedure, we were unable to identify any difference in the incidence of postoperative TD when patients who underwent traditional CTR were compared with those who underwent Z-plasty TCL reconstruction.

It is not rare for TD to coexist with CTS, suggesting a possible common pathophysiological process. Although the etiologies of CTS and TD often are idiopathic, one causative theory that might influence both pathologies is the



**Figure 2.** Percentage of trigger digit incidence in each finger after carpal tunnel release.

presence of fibrous proliferation of the flexor tendon synovium and thickening of either the TCL or the A1 pulley, which could explain the simultaneous appearance of TD and CTS in the same hand.

The development of TD after CTR has been reported by several researchers,<sup>6-8</sup> who have linked its development to the surgical technique used for CTR. Harada et al<sup>14</sup> performed a retrospective study comparing endoscopic and mini-open release in 875 patients. They reported that 101 (11.5%) of 875 patients required TD release surgery after CTR. They also found no difference in the rate of postoperative TD between endoscopic and mini-open surgery.

Acar et al<sup>1</sup> performed a prospective randomized clinical trial (RCT) in which patients were randomized into 2 groups and postoperative TD rates compared between patients treated using 2 variations of open CTR surgery: one with versus one without the division of forearm antebrachial fascia. Overall, TD developed in 36 hands (22.6%) among the 159 patients, at a mean duration of 5.1 months (range = 3-6 months) after CTR. The incidence of TD was higher among patients with TCL release and distal forearm fascia release (31.3%, 25 of 80) than among those who only underwent TCL release (13.9%, 11 of 79), with an odds ratio of 2.81 (95% CI = 1.27-6.21;  $P = .01$ ).

In a systematic review,<sup>11</sup> a total of 5654 CTS surgeries were analyzed across 9 studies, after which TD developed in 483, for an average prevalence of 8.5% and an incidence ranging from 5.2% to 31.7%. The thumb was the most commonly involved digit.

Hombal and Owen<sup>10</sup> proposed a mechanism for TD development after CTR. They suggested that division of the flexor retinaculum results in a bowstring effect, manifested by increased friction force of the flexor tendons against the proximal pulleys, especially when the fingers are moving with the wrist in flexion. Meanwhile, Karalezli et al<sup>13</sup> evaluated the effect of CTR with respect to possible predisposition to TD in cadavers and concluded that CTR might be a predisposing factor for the development of trigger finger by virtue of changing the entrance angle to the A1 pulley and, consequently, increasing friction in this anatomical area, thereby predisposing to digit triggering. In addition, Lee et al<sup>12</sup> used ultrasonography to confirm the hypothesis that patients with greater volar migration of the flexor tendons after CTR are at higher risk of developing TDs. This hypothesis is also supported by Acar et al,<sup>1</sup> who believe that the relaxation of forearm fascia, which leads to increased tendon excursion, is the most important etiological factor in the development of trigger finger.

Lluch<sup>9</sup> described the TCL reconstruction in elongated position procedure as a means to prevent release complications after CTR, especially postoperative loss of grip strength. Theoretically, this retinacular reconstruction procedure should prevent anterior displacement of flexor tendons and, consequently, tendon friction at the proximal digital pulleys. To reduce these complications, different ligament reconstruction or lengthening techniques have been proposed. However, to our knowledge, this study is the first to compare the incidence of TD after traditional CTR versus TCL reconstruction in elongated position. Despite the theoretical advantages of flexor retinaculum reconstruction, for preventing the development of the trigger finger, we were unable to identify any difference between the 2 procedures.

For other studies in which the theoretical advantages of reconstructing versus not reconstructing the retinaculum have been studied—for example, as a means to decrease strength loss or pillar pain—inconclusive results have been reported, with no clear evidence of improvement after retinaculum reconstruction.

Interpretation of our own results requires caution. The retrospective nature of our study is one inherent limitation. However, every effort was made to minimize bias and confounding factors in data collection, as our data are from an institution with detailed electronic medical records, which made them readily verifiable. Study strengths include the large cohort of patients treated with standard methodology, surgical protocol, and postoperative care.

In conclusion, in the absence of randomized long-term studies comparing traditional and TCL reconstruction in elongated position, given our results, we see no reason to favor TCL reconstruction over standard CTR as a means to prevent postoperative triggering of digits.

### Acknowledgments

The authors thank F. Mori-Gamarra for her practical suggestions and statistical assistance.

### Ethical Approval

All procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional and national) and with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2008.

### Statement of Human and Animal Rights

This article does not contain any studies with human or animal subjects.

### Statement of Informed Consent

Informed consent was obtained from all patients for being included in the study.

### Declaration of Conflicting Interests


The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

### Funding

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

### ORCID iDs

Ignacio Esteban-Feliu  <https://orcid.org/0000-0001-5858-2400>

Irene Gallardo-Calero  <https://orcid.org/0000-0002-1807-5284>

Jorge Nuffez-Camarena  <https://orcid.org/0000-0003-3815-100X>

### References

1. Acar MA, Kutahya H, Güleç A, et al. Triggering of the digits after carpal tunnel surgery. *Ann Plast Surg*. 2015;75:393-397.
2. Atroushi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA*. 1999;282:153-158.
3. Conklin JE, White WL. Senescent tenosynovitis and its possible relation to the carpal tunnel syndrome. *Surg Clin North Am*. 1960;40:531-540.
4. Mondetti M, Giannini F, Giacchi M. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology*. 2002;58:289-294.
5. Ryzewicz M, Wolf JM. Trigger digits: principles, management, and complications. *J Hand Surg Am*. 2006;31(1):135-146.
6. Goshtasby PH, Wheeler DR, Moy OJ. Risk factors for trigger finger occurrence after carpal tunnel release. *Hand Surg*. 2010;15(2):81-87.
7. Hayashi M, Uchiyama S, Toriumi H, et al. Carpal tunnel syndrome and development of trigger digit. *J Clin Neurosci*. 2005;12(1):39-41.
8. Kim JH, Gong HS, Lee HJ, et al. Pre- and post-operative comorbidities in idiopathic carpal tunnel syndrome: cervical arthritis, basal joint arthritis of the thumb, and trigger digit. *J Hand Surg Eur Vol*. 2013;38(1):50-56.
9. Lluch A. Reconstruction of the flexor retinaculum. In: Luchetti R, Amadio P, eds. *Carpal Tunnel Syndrome*. Berlin, Germany: Springer; 2002:226-238.
10. Hombal JW, Owen R. Carpal tunnel decompression and trigger digits. *Hand*. 1970;2(2):192-196.
11. Lin F-Y, Wu C-I, Cheng H-T. Coincidence or complication? A systematic review of trigger digit after carpal tunnel release. *J Plast Surg Hand Surg*. 2018;52:67-73.
12. Lee SK, Bae KW, Choy WS. The relationship of trigger finger and flexor tendon volar migration after carpal tunnel release. *J Hand Surg Eur Vol*. 2014;39(7):694-698.
13. Karalezli N, Kutahya H, Güleç A, et al. 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;2013:630617.
14. Harada K, Nakashima H, Teramoto K, et al. Trigger digits-associated carpal tunnel syndrome: relationship between carpal tunnel release and trigger digits. *Hand Surg*. 2005;10:205-208.



<https://doi.org/10.1007/s00590-021-03086-x>

ORIGINAL ARTICLE



# Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release comparing a single versus double incision: a prospective randomized study

Ignacio Esteban-Feliu<sup>1,2</sup> · Irene Gallardo-Calero<sup>1,2</sup> · Sergi Barrera-Ochoa<sup>3</sup> · Núria Vidal-Tarrasón<sup>1,2</sup> · Xavier Mir<sup>2,3</sup> · Alejandro Lluch-Bergadà<sup>1,2,4</sup>

Received: 26 June 2021 / Accepted: 29 July 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag France SAS, part of Springer Nature 2021

## Abstract

**Purpose** Basal thumb joint osteoarthritis frequently coexists with carpal tunnel syndrome. The two conditions have traditionally been treated surgically through separate incisions. We sought to determine whether carpal tunnel release using a single incision during basal joint arthroplasty is as effective as a two-incision approach in patients with concomitant carpal tunnel syndrome and basal thumb joint osteoarthritis.

**Methods** For this purpose, 40 patients were randomly allocated to either a single-incision or double-incision approach, all of whom completed the full follow-up period. The Boston Carpal Tunnel Questionnaire, QuickDASH, and a 10-point visual analog scale pain-severity rating were obtained from patients 3, 6 and 12 months post-operatively.

**Results** The two treatment groups experienced comparable, progressive improvement in all symptom-, function-, and pain-related outcomes, with mean surgery time significantly shorter with the single-incision approach, and four versus zero patients in the double-incision group developing pillar pain ( $p=0.035$ ).

**Conclusions** Concomitant basal thumb joint osteoarthritis and carpal tunnel syndrome might be effectively performed through a single-incision approach, potentially avoiding any morbidity classically associated with a second incision.

**Level of evidence** Level II/Therapeutic Study.

**Trial registration** ClinicalTrials.gov: NCT04391751, 04/29/2020, retrospectively registered.

**Keywords** Basal joint arthroplasty · Carpal tunnel release · Single approach · Double approach

## Introduction

Basal thumb joint osteoarthritis is a common disorder, especially among postmenopausal women. In this specific subgroup of patients, radiographic signs appear in up to 40% [1]. Approximately 28% of these patients are symptomatic [2]. The patho-anatomy and treatment of basal thumb joint osteoarthritis (OA) have been well described [3–7]. The

trapeziometacarpal joint is the joint that most commonly requires treatment for OA in the upper extremity, and this often involves removing the trapezium [8].

This same demographic group is also frequently affected by carpal tunnel syndrome (CTS), which coexists with basal joint OA in 18–46% of patients [9–11]. In these patients, a combined surgical approach has been reported to be beneficial [12, 13]. The two conditions have traditionally been treated surgically through separate incisions: a dorso-radial incision for the trapeziectomy and standard midline volar carpal tunnel incision for median nerve decompression [9, 14, 15]. Though the trapeziectomy procedure has been proven to provide some degree of carpal tunnel decompression [12], previous study result suggests that releasing the transverse carpal ligament (TCL) should be performed in addition to a basal joint arthroplasty incision, as a trapeziectomy, by itself, fails to completely decompress the carpal tunnel [16, 17].

✉ Irene Gallardo-Calero  
igallardocalero@gmail.com

<sup>1</sup> Hand Surgery Unit, Orthopaedic Surgery, Hospital Universitari Vall D'Hebron, Passeig Vall Hebron 119, 08031 Barcelona, Spain

<sup>2</sup> Departament de Cirurgia, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>3</sup> Hand Surgery and Microsurgery Unit, Hospital Universitari Quiron-Dexeus. ICATME, Barcelona, Spain

<sup>4</sup> Hand Surgery, Institut Kaplan, Barcelona, Spain

Published online: 22 September 2021

Springer

The ability to decompress the carpal tunnel during basal joint arthroplasty using a single incision would likely shorten surgery time, improve aesthetics, and potentially decrease morbidity compared to a staged or two-incision procedure [18]. To date, the only papers published on this issue have been *in vitro* or small series of 11 patients or less [16, 18]. To our knowledge, the present study is the first to compare these two techniques directly.

Our ultimate research goal is to determine whether carpal tunnel release (CTR) using a single incision during basal joint arthroplasty is as effective as a two-incision approach in patients with concomitant CTS and basal thumb joint OA in the context of a prospective randomized study. A secondary objective was to identify any potential effect of a single incision versus two incisions in terms of preventing some of the problems and morbidity typically associated with the second incision, like pillar pain (pain between the thenar and hypothenar areas of the hand), prolonged surgical time, wound infection, and necrosis of the skin bridge between the two incisions.

## Methods

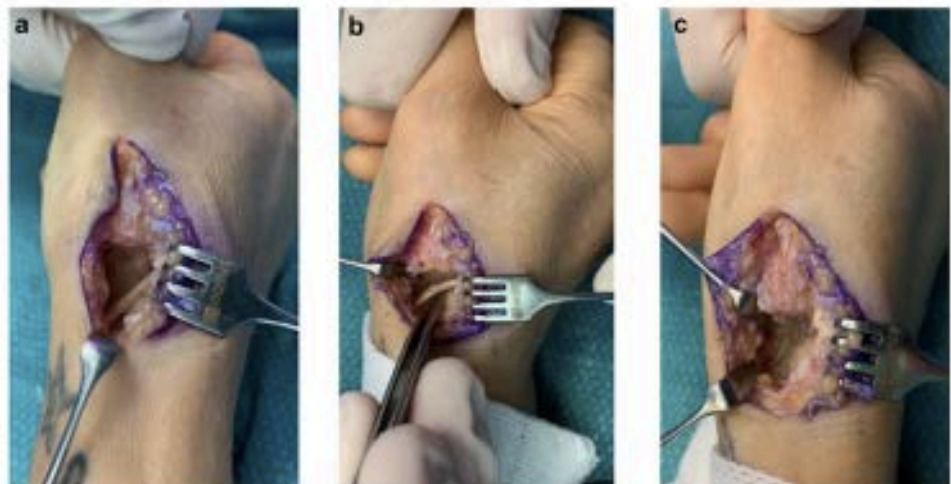
We performed a single-center prospective randomized study that compared the surgical treatment of CTR during basal joint arthroplasty using a single-incision versus double-incision approach. The study was conducted between March 2017 and June 2019. All procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional and national) and with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2008. Informed consent was obtained from all patients for being included in the study. The study was registered at ClinicalTrials.gov (NCT04391751). Prior to data collection, local ethics committee approval was obtained

(PR(ATR)147/2018). The manuscript was written following Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines.

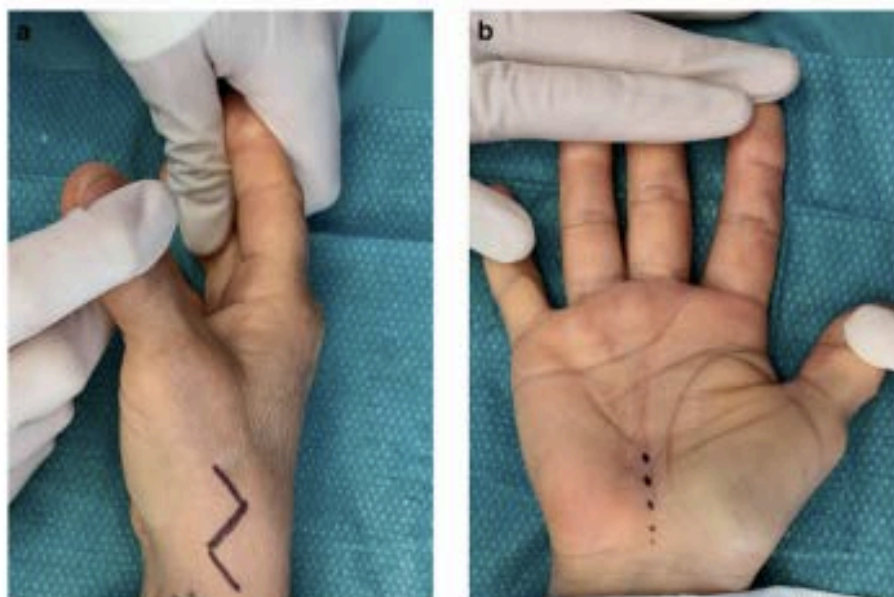
To be eligible for the study, patients needed to be scheduled for surgical treatment of both primary basal joint osteoarthritis and CTS in the ipsilateral extremity. Surgery for CTS was considered when symptoms were severe enough to either awaken the patient at night or impede daily living activities, and when positive physical examination findings (e.g., Phalen's or Tinel's test) and electrodiagnostic testing (EDT) results supported the diagnosis of CTS, the latter of these performed in all patients. The severity of CTS was classified as mild, moderate, or severe, based upon the sensory conduction rate observed on EDT and motor distal latency distance, as follows: (1) mild = a slow orthodromic sensory conduction rate ( $< 46$  m/s), but normal motor distal latency; (2) moderate = a slow sensory conduction rate ( $< 46$  m/s) but motor distal latency of more than 4.0 ms; (3) severe = extended or lost motor distal latency and the potential loss of a sensory nerve axon.

Basal joint arthritis surgery was proposed when OA severity was radiographically identified as Eaton stage II or greater and the patient reported unacceptably severe pain, localized to the basal joint, that appeared either with activity or was reproduced by either the grind test or direct palpation, as long as previous nonsurgical treatment had failed (e.g., use of an orthosis, anti-inflammatory medication, physical therapy and/or corticosteroid injections). Patients with comorbid etiological factors predisposing them to CTS—like diabetes mellitus, acute trauma, rheumatoid arthritis, pregnancy, hypothyroidism, and hyperthyroidism—were excluded from the study. Likewise, patients who presented with post-traumatic arthritis, previous hand surgery procedures that could have altered carpal tunnel anatomy, nerve compression at a more proximal level, or other upper limb nerve entrapment were excluded.

**Fig. 1** Carpal tunnel release through dorsal incision. **a** Once trapeziectomy is performed, **b** flexor carpi radialis is retracted in a volar direction, allowing carpal tunnel release. **c** Visualization of flexor pollicis longus tendon indicates complete release



**Fig. 2** Double-incision approach for concomitant carpal tunnel syndrome and basal joint osteoarthritis surgery: **a** dorsal approach for trapeziectomy and **b** volar approach for carpal tunnel release



Forty patients were enrolled into the study, all of whom completed the full follow-up period. After informed consent had been obtained from all patients, they were randomly allocated for treatment with either CTR during basal joint arthroplasty using a single incision (Group I) or CTR during basal joint arthroplasty using a double-incision approach (Group II). We adopted a simple randomization method with an allocation ratio of 1:1. A computer-generated random-numbers table was used. All surgeries were performed by the same surgeon.

## Surgical technique

### Group I

The surgical technique chosen for thumb basal joint was a trapeziectomy with ligamentous reconstruction and tendon interposition (LRTI), using the flexor carpi radialis (FCR), as described by Burton and Pellegrini<sup>4</sup>. Through a dorsal approach over the trapeziometacarpal joint, and while avoiding injury to the superficial branch of the radial sensory nerve and radial artery, the entire trapezium was excised. Attention was paid during trapezium excision not to damage the FCR tendon. Volar traction of the FCR allowed us to longitudinally incise the deep leaflet of the FCR tendon until the flexor pollicis longus (FPL) tendon was clearly visualized, thereby releasing the carpal tunnel (Fig. 1). At that point, to ensure complete release, the surgeon's gloved finger or dissecting scissor was inserted. Then, the ulnar half of the FCR tendon was harvested proximally through a second transverse incision in the middle third of the forearm and split all the way to its insertion on the index metacarpal. A hole was drilled into the base of the first metacarpal. Then

the FCR tendon was routed through the bone tunnel and fixed with non-re-absorbable sutures. Finally, the remaining tendon was rolled up and placed in the trapezial void to provide inter-positioning.

### Group II

Trapezial excision and ligament reconstruction were performed in the same way as in Group I, except that the FCR deep leaflet was not incised. After radial incision wound closure, CTR was performed through a second separate longitudinal palmar incision (Fig. 2).

### Post-operative care and follow-up

After surgery, the wrist and metacarpophalangeal thumb joint were immobilized in a spica plaster cast for two weeks. A removable orthosis was then used for the next four to six weeks, during which the patient was instructed to perform active range of motion (ROM) exercises. Eight weeks after surgery, strengthening exercises and using the hand for daily activities were allowed.

### Assessments

The study protocol required an examination before surgery and at 2 and 6 weeks, and 3, 6 and 12 months postoperatively. Each evaluation involved the patient completing a set of questionnaires and undergoing a clinical assessment. The same independent evaluator carried out all the assessments.



Preoperatively, patient demographics (age and sex), comorbid conditions, dominant hand, and occupation were recorded. The baseline clinical assessment included a targeted history and physical examination (patient symptoms, Tinel's test, Phalen's test, grind test), EDT and preoperative radiographs.

Grip strength was measured preoperatively and at 3, 6 and 12 months, recorded as the mean of three attempts, in kilograms, adjusted for hand dominance, using a standard dynamometer (Jamar Dynamometer; Jackson, Missouri). Data related to the surgery (date, side of hand operated on, duration of the surgical procedure (in minutes), and postoperative complications) and the mean time to return to work or regular activities also were collected. Among complications, pillar pain, understood as pain between the thenar and hypothenar areas of the hand after CTR, was assessed using the "table test" [19].

To assess CTS symptom intensity, patients filled out the Spanish-language version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ) [20], with each item rated from 1 = no complaints to 5 = maximum severity of complaints possible. The BCTQ covers two domains, with both a symptom severity scale (SSS) and functional status scale (FSS), having 11 and 8 items, respectively. Hand function and pain were evaluated using Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH) scores [21] (0 = no disability; 100 = total disability) and a 10-unit visual analog scale (VAS) [22] (0 = no pain, 10 = maximum pain), respectively. All these scores were calculated at baseline and at 3, 6 and 12 months after surgery.

### Statistical analysis

Categorical variables were reported as absolute numbers and percentages, while continuous variables were summarized as medians with interquartile ranges, or means and standard deviations (SD), as appropriate. Comparative analyses were performed with Pearson  $\chi^2$  or Fisher's exact test for categorical variables, as appropriate, and with Student's *t* test or the Mann-Whitney *U* test for continuous variables; again, as appropriate. Note that the outcome main comparisons of interest were changes in outcome measures between the groups (intergroup) and opposed to changes versus baseline (intra-group). All statistical tests were 2-tailed, and the criterion for statistical significance was set as  $p < 0.05$ .

During study design, a sample size calculation, assuming an  $\alpha$ -error of 0.025 and a  $\beta$ -error of 0.1 (power of 0.9), resulted in a sample deemed too large to consider. As no other comparative studies on this field had been previously published, and assuming an underpowered study, sample

size was reduced to 40 patients in order to perform a preliminary study, which eventually might be enlarged.

### Results

Forty patients were randomized equally into the two treatment groups. The single-incision group was composed of 16 females and 4 males, with a mean age of 61.5 years (SD 6.9), while the double-incision group was formed by 17 females and 3 males, with a mean age of 58.5 years (SD 6.2). Preoperatively, no differences between the two groups were found in whether the dominant or non-dominant hand was involved, or in EMG values, Eaton stage, BCTQ score, Quick-DASH score, or VAS pain severity rating (Table 1).

All the outcome variables exhibited statistically significant progressive improvement throughout the observation period in both treatment groups, including reductions from baseline to 3 months, 3 months to 6 months, and 6 months to 12 months follow-up (Table 2). Specifically comparing the final follow-up assessment against baseline, in the single-incision group, the BCTQ score decreased from 54 (37–64) preoperatively to 24.7 (18–32) at 12-month follow up, a mean reduction of 29.3. In the double-incision group, it decreased from 53.8 (41–79) to 25.2 (21–30), a difference of 28.6. These two differences were not statistically different ( $p = 0.74$ ). Mean differences between baseline and final follow-up in the single- versus dual-incision group were -19.1 and -20.0 for the Quick-DASH ( $p$  for difference in change from baseline = 0.20), +5.9 and +6.5 for grip strength (relative increases of 18.5 and 22.2%,  $p = 0.47$ ), and -5.6 and -5.1 for VAS pain-severity rating ( $p = 0.11$ ), respectively. Final grip strength at 12-month follow-up in the single-incision group was 31.5 versus 29.0 in double-incision group (NS).

Mean surgery time was significantly shorter in patients in the single-incision (49.5 [range 41–61] minutes) versus double-incision (58.3 [range 41–75] minutes) group

**Table 1** Baseline characteristics of single-incision and double-incision groups

Variable	Single-incision group ( <i>n</i> = 20)	Double-incision group ( <i>n</i> = 20)
Male:female ratio	4:16	3:17
Age, years (mean $\pm$ SD)	61.5 $\pm$ 6.877	58.45 $\pm$ 6.219
Eaton stage of OA <sup>†</sup> (median [range])	3 (2–4)	3 (2–4)
Dominant hand operated on, <i>n</i> (%)	9 (45)	12 (60)

<sup>†</sup>OA, osteoarthritis

**Table 2** Comparison of the different outcome variables throughout the follow-up period

Outcome measurement	Baseline		3-month Follow-up		6-month Follow-up		1-year Follow-up		p-value			
	Single-incision group (n = 20)	Double-incision group (n = 20)	p-value	Single-incision group (n = 20)	Double-incision group (n = 20)	p-value	Single-incision group (n = 20)	Double-incision group (n = 20)				
BCTQ <sup>†</sup> (mean ± SD)	54 (7.61)	53.8 (9.76)	0.481	35 (8.033)	35.1 (6.973)	0.892	29.4 (6.099)	29.5 (4.718)	0.989	24.7 (4.256)	25.2 (2.707)	0.744
Quick-DASH <sup>‡</sup> (mean ± SD)	34.7 (5.97)	34.5 (4.19)	0.724	22.35 (6.192)	24.9 (6.672)	0.226	19 (4.69)	18.7 (4.079)	0.849	15.6 (3.185)	14.45 (2.235)	0.197
Grip Strength, Kg (mean ± SD)	25.55 (12.51)	22.5 (11.062)	0.385	21.5 (9.473)	20.75 (7.304)	0.943	28.5 (1.526)	27.75 (11.525)	0.824	31.45 (10.904)	29 (10.712)	0.470
10-VAS <sup>§</sup>	7.4 (0.598)	7.4 (0.598)	1.000	3.7 (1.218)	4.1 (1.165)	0.385	2.25 (0.716)	2.8 (1.056)	0.080	1.83 (0.857)	2.25 (0.851)	0.110

<sup>†</sup>BCTQ Boston Carpal Tunnel Questionnaire; <sup>‡</sup>QuickDASH, Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand; <sup>§</sup>10-VAS, 10-unit visual analog scale

( $P < 0.02$ ). Four out of 20 patients in the double-incision group developed pillar pain versus no single-incision patients ( $p = 0.035$ ). One patient in each treatment group had temporary paresthesia in the territory of the superficial sensory branch of the radial nerve. A second CTR was successfully performed in one patient in the double-incision group, due to only partial CTS relief after the first procedure. No other complications were reported.

## Discussion

In this prospective randomized study, we observed steady improvement in all four outcomes across the three post-operative data-collection points in both treatment groups. Though no inter-group differences were statistically significant, for two of the outcomes—the BCTQ score and pain severity—the magnitude of change was greater with the single-incision group. Overall, patients' pain severity decreased by 75.7 and 68.9% in the single- versus dual-incision groups, both highly satisfactory results. For the other two outcomes—the QuickDASH score and grip strength—the dual-incision group slightly outperformed the single-incision approach; but again, both differences fell well short of statistical significance. Moreover, though the change in grip strength was slightly greater in the dual-incision group, patients who underwent the single-incision procedure ultimately exhibited 2.5 kg greater grip strength at final follow-up. The former procedure also shaved almost nine minutes off surgery time, a 15% reduction, meaning that one additional procedure (8 versus 7) could be performed within every seven-hour period of operating time, with an additional 12 min to spare.

With respect to complications, a statistically significant difference in the two groups was observed, with zero versus 20% of patients in the single- versus dual-incision groups reporting pillar pain post-operatively ( $p = 0.035$ ). Transient paresthesia in the territory of the superficial sensory branch of the radial nerve was the only other complication observed, occurring in just one patient per treatment group. Pillar pain is an issue that warrants consideration, given that it is the most commonly reported complication after CTR, affecting from 6 to 36% of patients [23]. In the current study, four patients in the double-incision group developed pillar pain that lasted a mean 3.2 months post-operatively. The single-incision approach theoretically avoids this complication.

Further justification of this study stems from published literature, in that carpal tunnel syndrome and thumb OA commonly coexist. Published studies also indicate that performing carpal tunnel release and a trapeziectomy during the same operation is beneficial, albeit traditionally performed through separate incisions [12, 13]. Previous studies have shown that carpal tunnel pressures decrease after a

trapeziectomy. However, trapeziectomy alone with no additional release of the TCL is insufficient to fully decompress the carpal tunnel [16, 17]. Cassidy et al. [16], in a cadaveric study, described performing CTR during basal joint arthroplasty using a single incision as an effective way to decompress the carpal tunnel. Ingari and Romeo [18] subsequently published excellent results in 11 patients who underwent radial-sided carpal tunnel release and basal joint arthroplasty through a single incision. To our knowledge, the current study is the first to compare the results of concomitant CTR and basal joint arthroplasty using one versus two incisions.

Interpretation of our results warrants caution, given this study's limitations. Despite randomized and controlled, our study is underpowered. Calculating the sample sizes required to detect statistically significant differences in pain reduction and grip strength increase yielded treatment group sizes ( $n=98$  and  $n=112$  per group, respectively) both within the realm of a multi-center study. On the other hand, the difference in the BCTQ score from baseline to one-year follow-up was virtually identical in the two groups—with reduced scores of 29.3 and 28.6 in the single- versus double-incision group, respectively—suggesting that even a much larger study would have been unlikely to detect any clinically meaningful or statistically significant advantage of one approach over the other. Longer follow-up also is recommended to determine whether gains achieved over the first post-operative year are sustained more long-term. Finally, the clinical examiner was unblinded to treatment arm, which might have influenced patients' responses on follow-up.

Our results clearly must be considered encouraging, with respect to the potential use of single-incision surgery as an alternative to dual-incision surgery when combining CTR and trapeziectomy, avoiding any morbidity classically associated with a second incision as well as shortening the surgery time. They also show that a larger prospective randomized study comparing these two approaches is both justified and feasible, albeit likely as a multi-center study.

**Author's contributions** IE-F and IG-C researched literature and conceived the study. ALL-B was involved in protocol development and NV in gaining ethical approval. SB-O and XM were involved in patient recruitment and data analysis. IE-F and IG-C wrote the first draft of the manuscript. All authors reviewed and edited the manuscript and approved the final version of the manuscript.

**Funding** The authors did not receive support from any organization for the submitted work. No funding was received to assist with the preparation of this manuscript. No funding was received for conducting this study. No funds, grants, or other support was received.

## Declarations

**Conflicts of interest** The authors have no relevant financial or non-financial interests to disclose. The authors have no conflicts of interest

to declare that are relevant to the content of this article. All authors certify that they have no affiliations with or involvement in any organization or entity with any financial interest or non-financial interest in the subject matter or materials discussed in this manuscript. The authors have no financial or proprietary interests in any material discussed in this article.

**Availability of data and material** The authors certify that all data and materials support their published claims and comply with field standards.

**Code availability** The authors certify that software application support their published claims and comply with field standards.

**Ethics approval** Ethical approval for this study was obtained from COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA (CEIC) DEL HOSPITAL UNIVERSITARI VALL D'HEBRON (PR(ATR)147/2018).

**Consent to participate** Informed consent to participate was obtained from all individual participants included in the study.

**Consent for publication** Informed consent for publication was obtained from all individual participants included in the study.

## References

1. Wilder FV, Barrett JP, Farina EJ (2006) Joint-specific prevalence of osteoarthritis of the hand. *Osteoarthritis Cartil* 14(9):953–957. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2006.04.013>
2. Lee SK, Bae KW, Choy WS (2014) The relationship of trigger finger and flexor tendon volar migration after carpal tunnel release. *J Hand Surg Eur* 39(7):694–698. <https://doi.org/10.1177/1753193413479506>
3. Wajon A, Vinycomb T, Carr E et al (2017) (2015) Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 3:CD004631
4. Burton RI, Pellegrini VD (1986) Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplast. *J Hand Surg A*. 11(3):324–332. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(86\)80137-X](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(86)80137-X)
5. Eaton RG, Lane LB, Littler JW et al (1984) Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: a long-term assessment. *J Hand Surg Am* 9(5):692–699. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(84\)80015-5](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(84)80015-5)
6. Weiss APC, Goodman AD (2018) Thumb basal joint arthritis. *J Am Acad Orthop Surg* 26(16):562–571. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00374>
7. Kriegs-Au G, Petje G, Fojtl E et al (2004) Ligament reconstruction with or without tendon interposition to treat primary thumb carpometacarpal osteoarthritis: a prospective randomized study. *J Bone Jt Surg—Ser A* 86(2):209–218. <https://doi.org/10.2106/0004623-200402000-00001>
8. Pellegrini VD, Olcott CW, Hollenberg G (1993) Contact patterns in the trapeziometacarpal joint: the role of the palmar beak ligament. *J Hand Surg Am* 18(2):238–244. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(93\)90354-6](https://doi.org/10.1016/0363-5023(93)90354-6)
9. Florack TM, Miller RJ, Pellegrini VD et al (1992) The prevalence of carpal tunnel syndrome in patients with basal joint arthritis of the thumb. *J Hand Surg Am* 17(4):624–630. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(92\)90305-9](https://doi.org/10.1016/0363-5023(92)90305-9)

10. Geoghegan JM, Clark DI, Bainbridge LC et al (2004) Risk factors in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 29(4):315–320. <https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2004.02.009>
11. Melone CP, Beavers B, Isani A (1987) The basal joint pain syndrome. *Clin Orthop Relat Res* 220:58–67. <https://doi.org/10.1097/00003086-198707000-00009>
12. Goldfarb CA, Kiefhaber TR, Stern PJ et al (2003) The relationship between basal joint arthritis and carpal tunnel syndrome: an MRI pilot study. *J Hand Surg Am* 28(1):21–27. <https://doi.org/10.1053/jhsu.2003.50014>
13. Weber RA, Sanders WE (1997) Flexor carpi radialis approach for carpal tunnel release. *J Hand Surg Am* 22(1):120–126. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(05\)80191-1](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(05)80191-1)
14. Bromley GS (1994) Minimal-incision open carpal tunnel decompression. *J Hand Surg Am* 19(1):119–120. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(94\)90234-8](https://doi.org/10.1016/0363-5023(94)90234-8)
15. Burton RI (1986) Complications following surgery on the basal joint of the thumb. *Hand Clin* 2(2):265–269
16. Cassidy C, Glennon PE, Stein AB et al (2004) Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release through a single incision: an in vitro study. *J Hand Surg Am* 29(6):1085–1088. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2004.07.003>
17. Lutsky K, Ilyas A, Kim N et al (2015) Basal joint arthroplasty decreases carpal tunnel pressure. *Hand* 10(3):403–406. <https://doi.org/10.1007/s11552-014-9724-9>
18. Ingari JV, Romeo N (2015) Basal joint arthroplasty and radial-sided carpal tunnel release using a single incision. *Tech Hand Up Extrem Surg* 19(4):157–160. <https://doi.org/10.1097/BTH.0000000000000100>
19. Boya H, Özcan Ö, Öztekin HH (2008) Long-term complications of open carpal tunnel release. *Muscle Nerve* 38(5):1443–1446. <https://doi.org/10.1002/mus.21068>
20. Oteo-Álvarez A, Marín MT, Matas JA et al (2016) Spanish validation of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *Med Clin (Barc)* 146(6):247–253. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2015.10.013>
21. Hudak PL, Arnadio PC, Bombardier C et al (1996) Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *Am J Ind Med* 29(6):602–608. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199606\)29:6%3c602::AID-AJIM4%3e3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6%3c602::AID-AJIM4%3e3.0.CO;2-L)
22. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N et al (2018) Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *JAAOS Glob Res Rev* 2(3):e088. <https://doi.org/10.5435/jaasglobal-d-17-00088>
23. Huisstede BMI, van den Brink J, Randsdorp MS et al (2018) Effectiveness of surgical and postsurgical interventions for carpal tunnel syndrome—A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 99(8):1660–1680.e21. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.04.024>

**Publisher's Note** Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



## **BIBLIOGRAFÍA**



1. England, J. D. Entrapment neuropathies. *Curr. Opin. Neurol.* **12**, 597–602 (1999).
2. Olney, R. K. Carpal tunnel syndrome: complex issues with a ‘simple’ condition. *Neurology* **56**, 1431–1432 (2001).
3. JR, L. The principle of decompression in the treatment of certain diseases of peripheral nerves. *Surg Clin North Am* **13:905–13.**, (1993).
4. Lo, S. L., Raskin, K., Lester, H. & Lester, B. Carpal tunnel syndrome: a historical perspective. *Hand Clin.* **18**, 211–217 (2002).
5. M, G.-R. *et al.* A handy review of carpal tunnel syndrome: From anatomy to diagnosis and treatment. *World J. Radiol.* **6**, 284 (2014).
6. Cobb, T. K., Dalley, B. K., Posteraro, R. H. & Lewis, R. C. Anatomy of the flexor retinaculum. *J. Hand Surg. Am.* **18**, 91–99 (1993).
7. Luchetti, R. & Amadio, P. Carpal tunnel syndrome. *Carpal Tunn. Syndr.* 1–405 (2007). doi:10.1007/978-3-540-49008-1
8. Karl, J. W., Gancarczyk, S. M. & Strauch, R. J. Complications of Carpal Tunnel Release. *Orthop. Clin. North Am.* **47**, 425–433 (2016).
9. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome (Summary statement). *Neurology* **44**, 2404–2405 (1993).
10. Shiri, R. The prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations. *Scand. J. Work. Environ. Health* **40**, 101–102 (2014).
11. Atroshi, I. *et al.* Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* **282**, 153–158 (1999).
12. Geoghegan, J. M., Clark, D. I., Bainbridge, L. C., Smith, C. & Hubbard, R. Risk factors in carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Br.* **29**, 315–320 (2004).
13. Mediouni, Z. *et al.* Is carpal tunnel syndrome related to computer exposure at work? A review and meta-analysis. *J. Occup. Environ. Med.* **56**, 204–208 (2014).



14. Shiri, R. & Falah-Hassani, K. Computer use and carpal tunnel syndrome: A meta-analysis. *J. Neurol. Sci.* **349**, 15–19 (2015).
15. Shiri, R. *et al.* Associations of cardiovascular risk factors, carotid intima-media thickness and manifest atherosclerotic vascular disease with carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet. Disord.* **12**, (2011).
16. Shiri, R. Hypothyroidism and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve* **50**, 879–883 (2014).
17. Padua, L. *et al.* Systematic review of pregnancy-related carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* **42**, 697–702 (2010).
18. Shiri, R., Pourmemari, M. H., Falah-Hassani, K. & Viikari-Juntura, E. The effect of excess body mass on the risk of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of 58 studies. *Obes. Rev.* **16**, 1094–1104 (2015).
19. Seror, P. Pregnancy-related carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Br.* **23**, 98–101 (1998).
20. Karne, S. S. & Bhalerao, N. S. Carpal Tunnel Syndrome in Hypothyroidism. *J. Clin. Diagn. Res.* **10**, OC36 (2016).
21. Werner, R. A., Albers, J. W., Franzblau, A. & Armstrong, T. J. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* **17**, 632–636 (1994).
22. Geoghegan, J. M., Clark, D. I., Bainbridge, L. C., Smith, C. & Hubbard, R. Risk factors in carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Br.* **29**, 315–320 (2004).
23. Thomsen, N. O. B., Cederlund, R., Rosén, I., Björk, J. & Dahlin, L. B. Clinical outcomes of surgical release among diabetic patients with carpal tunnel syndrome: prospective follow-up with matched controls. *J. Hand Surg. Am.* **34**, 1177–1187 (2009).

24. Redmond, C. L., Bain, G. I., Laslett, L. L. & McNeil, J. D. Hand syndromes associated with diabetes: impairments and obesity predict disability. *J. Rheumatol.* **36**, 2766–2771 (2009).
25. Kiylioglu, N., Bicerol, B., Ozkul, A. & Akyol, A. Natural course and treatment efficacy: one-year observation in diabetic and idiopathic carpal tunnel syndrome. *J. Clin. Neurophysiol.* **26**, 446–453 (2009).
26. Gazioglu, S., Boz, C. & Cakmak, V. A. Electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome in patients with diabetic polyneuropathy. *Clin. Neurophysiol.* **122**, 1463–1469 (2011).
27. Aydin, A. Carpal Tunnel Syndrome Caused by Intra-neural Lipoma of the Median Nerve and Arteriovenous Malformation. *J. Cutan. Aesthet. Surg.* **11**, 29 (2018).
28. Niver, G. E. & Ilyas, A. M. Carpal tunnel syndrome after distal radius fracture. *Orthop. Clin. North Am.* **43**, 521–527 (2012).
29. Dyer, G., Lozano-Calderon, S., Gannon, C., Baratz, M. & Ring, D. Predictors of acute carpal tunnel syndrome associated with fracture of the distal radius. *J. Hand Surg. Am.* **33**, 1309–1313 (2008).
30. Pope, D. & Tang, P. Carpal Tunnel Syndrome and Distal Radius Fractures. *Hand Clin.* **34**, 27–32 (2018).
31. Lundborg, G., Gelberman, R. H., Minteer-Convery, M., Lee, Y. F. & Hargens, A. R. Median nerve compression in the carpal tunnel--functional response to experimentally induced controlled pressure. *J. Hand Surg. Am.* **7**, 252–259 (1982).
32. Lewis, D. & Miller, E. M. PERIPHERAL NERVE INJURIES ASSOCIATED WITH FRACTURES. *Ann. Surg.* **76**, 528–538 (1922).
33. Ferry, S., Hannaford, P., Warskyj, M., Lewis, M. & Croft, P. Carpal tunnel syndrome: a nested case-control study of risk factors in women. *Am. J. Epidemiol.*

- 151**, 566–574 (2000).
34. Florack, T. M., Miller, R. J., Pellegrini, V. D., Burton, R. I. & Dunn, M. G. The prevalence of carpal tunnel syndrome in patients with basal joint arthritis of the thumb. *J. Hand Surg. Am.* **17**, 624–630 (1992).
  35. C P Melone Jr, B Beavers, A. I. The basal joint pain syndrome. *Clin Orthop Relat Res.*
  36. Werner, R. A. & Andary, M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin. Neurophysiol.* **113**, 1373–1381 (2002).
  37. Uchiyama, S. *et al.* Current concepts of carpal tunnel syndrome: pathophysiology, treatment, and evaluation. *J. Orthop. Sci.* **15**, 1–13 (2010).
  38. Padua, L., Padua, R., Lo Monaco, M., Aprile, I. & Tonali, P. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. Italian CTS Study Group. *Neurology* **53**, 1654–1659 (1999).
  39. Padua, L. *et al.* Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet. Neurol.* **15**, 1273–1284 (2016).
  40. MacDermid, J. C. & Wessel, J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J. Hand Ther.* **17**, 309–319 (2004).
  41. Brüske J, Bednarski M, Grzelec H, Z. A. The usefulness of the Phalen test and the Hoffmann-Tinel sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Acta Orthop Belg.*
  42. AAEM Quality Assurance Committee *et al.* Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. *Muscle Nerve* **16**, 1392–1414 (1993).
  43. Jablecki, C. K. *et al.* Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel

- syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology* **58**, 1589–1592 (2002).
44. Fowler, J. R., Gaughan, J. P. & Ilyas, A. M. The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **469**, 1089–1094 (2011).
  45. French, C. *et al.* Evidence-based guideline: neuromuscular ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* **46**, 287–293 (2012).
  46. Barcelo, C., Faruch, M., Lapègue, F., Bayol, M. A. & Sans, N. 3-T MRI with diffusion tensor imaging and tractography of the median nerve. *Eur. Radiol.* **23**, 3124–3130 (2013).
  47. Brienza, M. *et al.* 3T diffusion tensor imaging and electroneurography of peripheral nerve: a morphofunctional analysis in carpal tunnel syndrome. *J. Neuroradiol. = J. Neuroradiol.* **41**, 124–130 (2014).
  48. Gervasio, A. *et al.* Carpal tunnel sonography. *J. Ultrasound* **23**, 337–347 (2020).
  49. Wilson, J. K. & Sevier, T. L. A review of treatment for carpal tunnel syndrome. *Disabil. Rehabil.* **25**, 113–119 (2003).
  50. Burke, F. D., Ellis, J., McKenna, H. & Bradley, M. J. Primary care management of carpal tunnel syndrome. *Postgrad. Med. J.* **79**, 433 (2003).
  51. Osterman, M., Ilyas, A. M. & Matzon, J. L. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Orthop. Clin. North Am.* **43**, 515–520 (2012).
  52. Wang, J. C. *et al.* Efficacy of Combined Ultrasound-Guided Steroid Injection and Splinting in Patients With Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **98**, 947–956 (2017).
  53. Andreu, J. L. & Ly-Pen, D. Methylprednisolone injections for the carpal tunnel

- syndrome. *Ann. Intern. Med.* **159**, 858 (2013).
54. Korthals-De Bos, I. B. C. *et al.* Surgery is more cost-effective than splinting for carpal tunnel syndrome in the Netherlands: results of an economic evaluation alongside a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet. Disord.* **7**, (2006).
  55. Scholten, R. J. P. M., Mink Van Der Molen, A., Uitdehaag, B. M. J., Bouter, L. M. & De Vet, H. C. W. Surgical treatment options for carpal tunnel syndrome. *Cochrane database Syst. Rev.* **2007**, (2007).
  56. Shi, Q. & MacDermid, J. C. Is surgical intervention more effective than non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome? A systematic review. *J. Orthop. Surg. Res.* **6**, (2011).
  57. Verdugo, R. J., Salinas, R. A., Castillo, J. L. & Cea, J. G. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Cochrane database Syst. Rev.* **2008**, (2008).
  58. Brown, R. A. *et al.* Carpal tunnel release. A prospective, randomized assessment of open and endoscopic methods. *J. Bone Joint Surg. Am.* **75**, 1265–1275 (1993).
  59. Turner, A., Kimble, F., Gulyás, K. & Ball, J. Can the outcome of open carpal tunnel release be predicted?: a review of the literature. *ANZ J. Surg.* **80**, 50–54 (2010).
  60. Boya, H., Özcan, Ö. & Öztekin, H. H. Long-term complications of open carpal tunnel release. *Muscle Nerve* **38**, 1443–1446 (2008).
  61. Chow, J. C. Y. Endoscopic release of the carpal ligament: a new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy* **5**, 19–24 (1989).
  62. Okutsu, I., Ninomiya, S., Takatori, Y. & Ugawa, Y. Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy* **5**, 11–18 (1989).
  63. Concannon, M. J., Brownfield, M. L. & Puckett, C. L. The incidence of recurrence after endoscopic carpal tunnel release. *Plast. Reconstr. Surg.* **105**, 1662–1665

- (2000).
64. Makowiec, R. L., Nagle, D. J. & Chow, J. C. Y. Outcome of first-time endoscopic carpal tunnel release in a teaching environment. *Arthroscopy* **18**, 27–31 (2002).
  65. Michelotti, B., Romanowsky, D. & Hauck, R. M. Prospective, randomized evaluation of endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome: an interim analysis. *Ann. Plast. Surg.* **73 Suppl 2**, S157–S160 (2014).
  66. Sayegh, E. T. & Strauch, R. J. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **473**, 1120–1132 (2015).
  67. Nazerani, S., Kalantar Motamedi, M. H., Nazerani, T., Saraii, A. & Keramati, M. R. Endoscopic Carpal Tunnel Release: A 5-Year Experience. *Trauma Mon.* **19**, 15–19 (2014).
  68. Vasiliadis, H. S., Georgoulas, P., Shrier, I., Salanti, G. & Scholten, R. J. Endoscopic release for carpal tunnel syndrome. *Cochrane database Syst. Rev.* **2014**, (2014).
  69. Atroshi, I., Hofer, M., Larsson, G. U. & Ranstam, J. Extended Follow-up of a Randomized Clinical Trial of Open vs Endoscopic Release Surgery for Carpal Tunnel Syndrome. *JAMA* **314**, 1399–1401 (2015).
  70. Kulick, M. I., Gordillo, G., Javidi, T., Kilgore, E. S. & Newmeyer, W. L. Long-term analysis of patients having surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Am.* **11**, 59–66 (1986).
  71. Tollestrup, T., Berg, C. & Netscher, D. Management of distal traumatic median nerve painful neuromas and of recurrent carpal tunnel syndrome: hypothenar fat pad flap. *J. Hand Surg. Am.* **35**, 1010–1014 (2010).

72. Jones, N. F., Ahn, H. C. & Eo, S. Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release. *Plast. Reconstr. Surg.* **129**, 683–692 (2012).
73. Tung, T. H. H. & Mackinnon, S. E. Secondary carpal tunnel surgery. *Plast. Reconstr. Surg.* **107**, 307–318 (2001).
74. Harness, N. G., Inacio, M. C., Pfeil, F. F. & Paxton, L. W. Rate of infection after carpal tunnel release surgery and effect of antibiotic prophylaxis. *J. Hand Surg. Am.* **35**, 189–196 (2010).
75. Elliott, J. P. *et al.* Complications in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Neurosurg. Focus* **3**, E10 (1997).
76. Kim, J. K. & Kim, Y. K. Predictors of scar pain after open carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Am.* **36**, 1042–1046 (2011).
77. Gartsman, G. M., Kovach, J. C., Crouch, C. C., Noble, P. C. & Bennett, J. B. Carpal arch alteration after carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Am.* **11**, 372–374 (1986).
78. Seradge, H. & Seradge, E. Pisto-triquetral pain syndrome after carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Am.* **14**, 858–862 (1989).
79. Stahl, S., Stahl, S. & Calif, E. Latent pisotriquetral arthrosis unmasked following carpal tunnel release. *Orthopedics* **33**, 673 (2010).
80. Saravi, M. S. *et al.* A Comparison of Hand Pain and Hand Function after Z-plasty Reconstruction of the Transverse Carpal Ligament with Traditional Median Neurolysis in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch. Bone Jt. Surg.* **4**, 145 (2016).
81. Castro-Menéndez, M. *et al.* Elongación en Z del ligamentum carpi transversum vs. apertura completa para el tratamiento del síndrome del túnel del carpo. *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol.* **60**, 355–365 (2016).
82. Lluch, A. Reconstruction of the flexor retinaculum. in *Carpal tunnel síndrome*.

- (eds. Luchetti, R. & Amadio, P.) 226–38 (Springer, 2002).
83. Martin, C. H., Seiler, J. G. & Lesesne, J. S. The cutaneous innervation of the palm: an anatomic study of the ulnar and median nerves. *J. Hand Surg. Am.* **21**, 634–638 (1996).
  84. Wilson, K. M. Double incision open technique for carpal tunnel release: an alternative to endoscopic release. *J. Hand Surg. Am.* **19**, 907–912 (1994).
  85. Eversmann, W. W. Compression and entrapment neuropathies of the upper extremity. *J. Hand Surg. Am.* **8**, 759–766 (1983).
  86. Carroll, I. & Curtin, C. M. Management of chronic pain following nerve injuries/CRPS type II. *Hand Clin.* **29**, 401–408 (2013).
  87. David, M., Rangaraju, M. & Raine, A. Acquired triggering of the fingers and thumb in adults. *BMJ* **359**, j5285 (2017).
  88. Fiorini, H. J. *et al.* Anatomical study of the A1 pulley: length and location by means of cutaneous landmarks on the palmar surface. *J. Hand Surg. Am.* **36**, 464–468 (2011).
  89. Gil, J. A., Hresko, A. M. & Weiss, A. P. C. Current Concepts in the Management of Trigger Finger in Adults. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* **28**, E642–E650 (2020).
  90. Kuczmarski, A. S., Harris, A. P., Gil, J. A. & Weiss, A. P. C. Management of Diabetic Trigger Finger. *J. Hand Surg. Am.* **44**, 150–153 (2019).
  91. Takahashi, M., Sato, R., Kondo, K. & Sairyō, K. Morphological alterations of the tendon and pulley on ultrasound after intrasynovial injection of betamethasone for trigger digit. *Ultrasonography* **37**, 134 (2018).
  92. Shultz, K. J., Kittinger, J. L., Czerwinski, W. L. & Weber, R. A. Outcomes of Corticosteroid Treatment for Trigger Finger by Stage. *Plast. Reconstr. Surg.* **142**, 983–990 (2018).



93. Goshtasby, P. H., Wheeler, D. R. & Moy, O. J. RISK FACTORS FOR TRIGGER FINGER OCCURRENCE AFTER CARPAL TUNNEL RELEASE. *Hand Surg.* **15**, 81–87 (2010).
94. Hayashi, M. *et al.* Carpal tunnel syndrome and development of trigger digit. *J. Clin. Neurosci.* **12**, 39–41 (2005).
95. Sampson, S. P., Badalamente, M. A., Hurst, L. C. & Seidman, J. Pathobiology of the human A1 pulley in trigger finger. *J. Hand Surg. Am.* **16**, 714–721 (1991).
96. Ettema, A. M. *et al.* Changes in the functional structure of the tenosynovium in idiopathic carpal tunnel syndrome: A scanning electron microscope study. *Plast. Reconstr. Surg.* **118**, 1413–1422 (2006).
97. Hombal, J. W. & Owen, R. Carpal tunnel decompression and trigger digits. *Hand* **2**, 192–6 (1970).
98. Lin, F.-Y., Wu, C.-I. & Cheng, H.-T. Coincidence or complication? A systematic review of trigger digit after carpal tunnel release. *J. Plast. Surg. Hand Surg.* **52**, 67–73 (2018).
99. Nakamichi, K. I. & Tachibana, S. Histology of the transverse carpal ligament and flexor tenosynovium in idiopathic carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Am.* **23**, 1015–1024 (1998).
100. BENJAMIN, M. & RALPHS, J. R. Fibrocartilage in tendons and ligaments--an adaptation to compressive load. *J. Anat.* **193 ( Pt 4)**, 481–494 (1998).
101. Lee, S. K., Bae, K. W. & Choy, W. S. The relationship of trigger finger and flexor tendon volar migration after carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* **39**, 694–8 (2014).
102. Karalezli, N. *et al.* 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. *ScientificWorldJournal*. **2013**, (2013).
103. A, L. Transverse carpal ligament reconstruction for carpal tunnel syndrome. *JHand Surg* **18A: 170–**, 170– 171 (1993).
  104. Kapandji A. No TitleLa plastie d'agrandissement du ligament annulaire ant'erieur du carpe dans le traitement du syndrome du canal carpien. *Ann Chir Main* **9**, 305–313 (1990).
  105. Tubiana, R. Carpal tunnel syndrome: some views on its management. *Ann Hand Surg*. **5**, 325–330 (1900).
  106. Jakab, E., Ganos, D. & Cook, F. W. Transverse carpal ligament reconstruction in surgery for carpal tunnel syndrome: a new technique. *J. Hand Surg. Am.* **16**, 202–206 (1991).
  107. Bakri, K. & Moran, S. L. Thumb carpometacarpal arthritis. *Plast. Reconstr. Surg.* **135**, 508–520 (2015).
  108. Haara, M. M. *et al.* Osteoarthritis in the carpometacarpal joint of the thumb. Prevalence and associations with disability and mortality. *J. Bone Joint Surg. Am.* **86**, 1452–1457 (2004).
  109. Dahaghin, S. *et al.* Prevalence and pattern of radiographic hand osteoarthritis and association with pain and disability (the Rotterdam study). *Ann. Rheum. Dis.* **64**, 682–687 (2005).
  110. Wolf, J. M. *et al.* Relationship of relaxin hormone and thumb carpometacarpal joint arthritis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **472**, 1130–1137 (2014).
  111. Ladd, A. L., Crisco, J. J., Hagert, E., Rose, J. & Weiss, A. P. C. The 2014 ABJS Nicolas Andry Award: The puzzle of the thumb: mobility, stability, and demands in opposition. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **472**, 3605–3622 (2014).

112. Halilaj, E. *et al.* The morphology of the thumb carpometacarpal joint does not differ between men and women, but changes with aging and early osteoarthritis. *J. Biomech.* **47**, 2709–2714 (2014).
113. Fontana, L., Neel, S., Claise, J. M., Ughetto, S. & Catilina, P. Osteoarthritis of the thumb carpometacarpal joint in women and occupational risk factors: a case-control study. *J. Hand Surg. Am.* **32**, 459–465 (2007).
114. Kalichman, L. & Hernández-Molina, G. Hand osteoarthritis: an epidemiological perspective. *Semin. Arthritis Rheum.* **39**, 465–476 (2010).
115. Saffar, P. Chondrocalcinosis of the wrist. *J. Hand Surg. Br.* **29**, 486–493 (2004).
116. Kapoutsis, D. V., Dardas, A. & Day, C. S. Carpometacarpal and scaphotrapeziotrapezoid arthritis: arthroscopy, arthroplasty, and arthrodesis. *J. Hand Surg. Am.* **36**, 354–366 (2011).
117. Spaans AJ, van Minnen LP, Kon M, Schuurman AH, Schreuders AR, Vermeulen GM: Conservative treatment of thumb base osteoarthritis: A systematic review. *J Hand Surg Am* 2015;40:16-21.e6. - Buscar con Google. Available at: <https://www.google.com/search?q=Spaans+AJ%2C+van+Minnen+LP%2C+Kon+M%2C+Schuurman+AH%2C+Schreuders+AR%2C+Vermeulen+GM%3A+Conservative+treatment+of+thumb+base+osteoarthritis%3A+A+systematic+review.+J+Hand+Surg+Am+2015%3B40%3A16-21.e6.&oq=Spaans+AJ%2C+van+Minnen+LP%2C+Kon+M%2C+Schuurman+AH%2C+Schreuders+AR%2C+Vermeulen+GM%3A+Conservative+treatment+of+thumb+base+osteoarthritis%3A+A+systematic+review.+J+Hand+Surg+Am+2015%3B40%3A16-21.e6.&aqs=chrome..69i57.723j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. (Accessed: 27th December 2021)

118. Bertozzi, L. *et al.* Investigation of the effect of conservative interventions in thumb carpometacarpal osteoarthritis: systematic review and meta-analysis. *Disabil. Rehabil.* **37**, 2025–2043 (2015).
119. Meenagh, G. K., Patton, J., Kynes, C. & Wright, G. D. A randomised controlled trial of intra-articular corticosteroid injection of the carpometacarpal joint of the thumb in osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.* **63**, 1260–1263 (2004).
120. Fowler, A., Swindells, M. G. & Burke, F. D. Intra-articular corticosteroid injections to manage trapeziometacarpal osteoarthritis—a systematic review. *Hand (N. Y.)*. **10**, 583–592 (2015).
121. Monfort, J. *et al.* Comparative efficacy of intra-articular hyaluronic acid and corticoid injections in osteoarthritis of the first carpometacarpal joint: results of a 6-month single-masked randomized study. *Jt. bone spine* **82**, 116–121 (2015).
122. Van Heest, A. E. & Kallemeier, P. Thumb carpal metacarpal arthritis. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* **16**, 140–151 (2008).
123. Yin, Q., Berkhout, M. J. L. & Ritt, M. J. P. F. Current trends in operative treatment of carpometacarpal osteoarthritis: a survey of European hand surgeons. *Eur. J. Plast. Surg.* **42**, 365–368 (2019).
124. Adams, J. E. Does Arthroscopic Débridement With or Without Interposition Material Address Carpometacarpal Arthritis? *Clin. Orthop. Relat. Res.* **472**, 1166 (2014).
125. Vermeulen, G. M. *et al.* Surgical management of primary thumb carpometacarpal osteoarthritis: a systematic review. *J. Hand Surg. Am.* **36**, 157–169 (2011).
126. Wajon, A., Vinycomb, T., Carr, E., Edmunds, I. & Ada, L. Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. *Cochrane database Syst. Rev.* **2015**, (2015).

127. Wolf, J. M. & Delaronde, S. Current trends in nonoperative and operative treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis: a survey of US hand surgeons. *J. Hand Surg. Am.* **37**, 77–82 (2012).
128. Yuan, F., Aliu, O., Chung, K. C. & Mahmoudi, E. Evidence-Based Practice in the Surgical Treatment of Thumb Carpometacarpal Joint Arthritis. *J. Hand Surg. Am.* **42**, 104-112.e1 (2017).
129. Burton, R. I. & Pellegrini, V. D. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplasty. *J. Hand Surg. Am.* **11**, 324–332 (1986).
130. Martin-Ferrero, M. Ten-year long-term results of total joint arthroplasties with ARPE® implant in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* **39**, 826–832 (2014).
131. Huang, K., Hollevoet, N. & Giddins, G. Thumb carpometacarpal joint total arthroplasty: a systematic review. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* **40**, 338–350 (2015).
132. Vermeulen, G. M. *et al.* Trapeziometacarpal arthrodesis or trapeziectomy with ligament reconstruction in primary trapeziometacarpal osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J. Bone Joint Surg. Am.* **96**, 726–733 (2014).
133. Wajon, A., Vinycomb, T., Carr, E., Edmunds, I. & Ada, L. Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. *Cochrane database Syst. Rev.* **2015**, (2015).
134. Melone, C. P., Beavers, B. & Isani, A. The basal joint pain syndrome. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **No. 220**, 58–67 (1987).
135. Florack, T. M., Miller, R. J., Pellegrini, V. D., Burton, R. I. & Dunn, M. G. The prevalence of carpal tunnel syndrome in patients with basal joint arthritis of the thumb. *J. Hand Surg. Am.* **17**, 624–630 (1992).

136. Goldfarb, C. A., Kiefhaber, T. R., Stern, P. J. & Bielecki, D. K. The relationship between basal joint arthritis and carpal tunnel syndrome: An MRI pilot study. *J. Hand Surg. Am.* **28**, 21–27 (2003).
137. Lutsky, K., Ilyas, A., Kim, N. & Beredjikian, P. Basal joint arthroplasty decreases carpal tunnel pressure. *Hand* **10**, 403–406 (2015).
138. Cassidy, C., Glennon, P. E., Stein, A. B. & Ruby, L. K. Basal joint arthroplasty and carpal tunnel release through a single incision: An in vitro study. *J. Hand Surg. Am.* **29**, 1085–1088 (2004).
139. Bromley, G. S. Minimal-incision open carpal tunnel decompression. *J. Hand Surg. Am.* **19**, 119–120 (1994).
140. RI, B. Complications following surgery on the basal joint of the thumb. *Hand Clin.* **1986** May;2(2):265-9 Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3517014>. (Accessed: 20th April 2020)
141. Weber, R. A. & Sanders, W. E. Flexor carpi radialis approach for carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Am.* **22**, 120–126 (1997).
142. Ingari, J. V. & Romeo, N. Basal joint arthroplasty and radial-sided carpal tunnel release using a single incision. *Tech. Hand Up. Extrem. Surg.* **19**, 157–160 (2015).
143. Amadio, R. L. *Carpal Tunnel Syndrome*. (2007). doi:doi.org/10.1007/978-3-540-49008-1
144. Eaton, R. G. & Glickel, S. Z. Trapeziometacarpal osteoarthritis: Staging as a rationale for treatment. *Hand Clin.* **3**, 455–469 (1988).
145. Boya, H., Özcan, Ö. & Öztekin, H. H. Long-term complications of open carpal tunnel release. *Muscle and Nerve* **38**, 1443–1446 (2008).
146. Oteo-Álvaro, Á., Marín, M. T., Matas, J. A. & Vaquero, J. Spanish validation of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *Med. Clin. (Barc)*. **146**, 247–253 (2016).

147. Hudak, P. L. *et al.* Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and head). *Am. J. Ind. Med.* **29**, 602–608 (1996).
148. Delgado, D. A. *et al.* Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *JAAOS Glob. Res. Rev.* **2**, e088 (2018).
149. Kumar, P. & Chakrabarti, I. Idiopathic carpal tunnel syndrome and trigger finger: is there an association? *J. Hand Surg. Eur. Vol.* **34**, 58–59 (2009).
150. Kim, J. H. *et al.* Pre- and post-operative comorbidities in idiopathic carpal tunnel syndrome: cervical arthritis, basal joint arthritis of the thumb, and trigger digit. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* **38**, 50–6 (2013).
151. Harada, K. *et al.* Trigger digits-associated carpal tunnel syndrome: relationship between carpal tunnel release and trigger digits. *Hand Surg.* **10**, 205–208 (2005).
152. Acar, M. A. *et al.* Triggering of the Digits After Carpal Tunnel Surgery. *Ann. Plast. Surg.* **75**, 393–397 (2015).
153. Lluch, A. *El síndrome del túnel carpiano.* (1987).
154. Saravi, M. S. *et al.* A Comparison of Hand Pain and Hand Function after Z-plasty Reconstruction of the Transverse Carpal Ligament with Traditional Median Neurolysis in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch. Bone Jt. Surg.* **4**, 145 (2016).
155. Citron, N. D. & Bendall, S. P. Local symptoms after open carpal tunnel release. A randomized prospective trial of two incisions. *J. Hand Surg. Br.* **22**, 317–321 (1997).
156. Dias, J. J., Bhowal, B., Wildin, C. J. & Thompson, J. R. Carpal tunnel decompression. Is lengthening of the flexor retinaculum better than simple division? *J. Hand Surg. Br.* **29**, 271–276 (2004).

157. Kluge, W., Simpson, R. G. & Nicol, A. C. Late complications after open carpal tunnel decompression. *J. Hand Surg. Br.* **21**, 205–207 (1996).



