

Z-Plastia en el manejo de los síndromes de compresión de los ligamentos del Carpo

*Jorge Ernesto Cantini A., M.D.**

*Julio César Bermúdez P., M.D.**

*Javier Enrique Cantini S., Ing.**

Resumen

Se presenta una nueva técnica quirúrgica para el manejo de los síndromes compresivos de los ligamentos del carpo, por medio de la cual se busca ampliar el área seccional del túnel carpiano y de los seis túneles del retináculo extensor, manejando el ligamento que se encuentra conformando el techo de cada uno de dichos túneles, por medio de dos incisiones de relajación, que permiten modificar la geometría del mismo. Se presenta el desarrollo original de la técnica, realizada por los autores en estudios previos de composición, estructura, propiedades físicas y biomecánicas del primer túnel dorsal del carpo (1). Esto permitió tener un mejor conocimiento del tejido ligamentario y su comportamiento, permitiendo conservar la función de polea de cada uno de estos túneles, facilitándose la realización de procedimientos accesorios, como son la sección del tabique o séptum intertendinoso, en el caso del primer túnel dorsal, y la sinovectomía, cuando éstos son necesarios. De esta manera se logra un tratamiento más anatómico y fisiológico para este tipo de patología.

Se presenta además la experiencia con 73 pacientes intervenidos quirúrgicamente con la técnica descrita, y los resultados de su seguimiento.

Palabras Claves

Relajación en Z ligamentos del carpo. Z-plastia. Enfermedad de De Quervain. Síndrome túnel del carpo. Tenosinovitis.

Introducción

Los síndromes de compresión a nivel de los ligamentos del carpo son aquellos que comprenden el síndrome del túnel carpiano, la enfermedad de De Quervain y los procesos de compresión a nivel de los cinco túneles restantes del retináculo extensor. Estas entidades se pueden definir como una patología inflamatoria producida por trauma, lesiones que ocupan espacio dentro de cada uno de los túneles, pero especialmente por los cuadros de tenosinovitis, que se caracterizan por inflamación local de la membrana sinovial, la cual afecta cada uno de los grupos tendinosos que se encuentran en dicho túnel; y en el caso del túnel carpiano comprometiendo además el nervio mediano, lo que produce además una patología nerviosa por compresión. Esto lleva a la pérdida de fuerza y dishabilidad en los movimientos que cada uno de estos grupos realiza sobre las diferentes articulaciones digitales. El tratamiento en la mayoría de las ocasiones es quirúrgico, buscando hacer una liberación por corte del ligamento que cubre el túnel afectado, lo que conduce al daño del sistema de polea, por ruptura de dicho ligamento, llevando a una subluxación de los tendones, con inclusión de los mismos dentro del proceso de cicatrización. Esto produce un nuevo tipo de dolor, de origen iatrogénico, y en ocasiones pérdida de fuerza por el cambio de la dirección del vector de acción sobre la articulación, al dañarse dicho sistema de polea (1, 2, 3).

El objetivo del presente trabajo es mostrar el desarrollo de una nueva técnica, que aplicada al tratamiento quirúrgico de este tipo de síndromes, permite ampliar la sección transversal del túnel que cierra el ligamento sobre el cual se realiza, facilitando la decompresión de las estructuras afectadas, conservándose la función de polea que cumple el ligamento

Servicio Integrado de Cirugía Plástica, Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Universidad Militar Nueva Granada. Hospital de San José.

*Trabajo presentado ante la Academia Nacional de Medicina
Agosto de 1993*

La idea se desarrolló con un trabajo de los autores, sobre el manejo quirúrgico de la enfermedad de De Quervain, buscando ampliar el primer túnel dorsal del carpo por medio del manejo del ligamento que se encuentra conformando el techo del mismo, sin seccionarlo en forma completa, diseñando incisiones de relajación sobre el tejido ligamentario; basados en estudios previos de composición, estructura, propiedades físicas y biomecánicas del mismo; que dieron un mejor conocimiento del tejido ligamentario y su comportamiento; lo que permitió conservar la función de polea del mismo, evitando la subluxación de los tendones del Extensor pollicis brevis y del Abductor pollicis longus. Esto además permitió la realización de procedimientos accesorios como fueron el retiro del séptum o tabique inter-tendinoso y la sinovectomía, cuando fueron necesarios. De esta manera se logró un tratamiento más anatómico y fisiológico para este tipo de patología (1,4,5,6,7).

Materiales y Métodos

Para diseñar incisiones de relajación sobre un tejido ligamentario, como es el caso del ligamento que cubre el primer túnel dorsal del carpo, y lograr aumentar el espacio, es necesario conocer primero su composición, su estructura y su comportamiento de acuerdo con un modelo simulado, realizado con base en el estudio de sus propiedades físicas y biomecánicas obtenidas por medio de pruebas de tensión, las cuales dan curvas de esfuerzo de formación, de las que se extrae la información sobre el tipo de material estudiado (8).

Para hacer la investigación se realizaron los siguientes estudios:

1. Observación in situ, en cadáveres frescos, de la dirección y fijación del ligamento para conformar una polea. Observación in situ, en pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico, del desplazamiento de los tendones y la compresión, dentro del túnel, de acuerdo con las diferentes posiciones del pulgar y de la muñeca.
2. Toma de muestras, en cadáver fresco, de todo el ligamento, para estudios histoquímicos de composición y estructura.
3. Toma de muestras en cadáveres frescos, de todo el ligamento, para realizar pruebas de tensión en una máquina de tensión de tasa de movimiento constante. Inicialmente se realizaron estudios cualitativos con cuatro muestras, para conocer

el comportamiento de este tejido ligamentario, de acuerdo con las curvas esfuerzo-deformación obtenidas, debido a que no existen este tipo de curvas descritas para los ligamentos humanos. Se encontró que el comportamiento de este ligamento, sometido a tensión, es muy similar al exhibido por los plásticos rígidos (Figura 1); por lo tanto se decidió utilizar para el estudio las normas existentes para plásticos, aplicando en este caso específico la norma americana ASTM D-638M, para el estudio de las propiedades mecánicas de este tipo de ligamento (8,9,10).

4. Realización de un modelo matemático, basado en los resultados histoquímicos y de aplicación de la norma anterior, con base al cual se determinará la geometría de las incisiones a realizar sobre el ligamento, para obtener la mayor efectividad en maximización del volumen del área transversal del primer túnel dorsal del carpo.

En el desarrollo del trabajo se realizaron disecciones en catorce cadáveres frescos, en forma bilateral, observando la conformación del primer compartimento dorsal del carpo, el cual tiene un componente óseo, sobre la apófisis estiloides del radio, y un componente ligamentario, que cierra dicho compartimento a manera de túnel, conformando una polea, que cambia el vector de dirección de los tendones de Extensor pollicis longus y el Abductor pollicis brevis. Como la parte ósea, para efectos de nuestro trabajo, es inmodificable, el estudio se centró sobre la parte ligamentaria, observando el sistema de anclaje a lado y lado del radio, por medio de prolongaciones transversas que van al periostio. Se tomaron después los ligamentos en forma completa, obteniéndose 24 muestras, para los estudios histoquímicos de conformación y estructura y para las pruebas de tensión.

En los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico, treinta en total, se observó in situ el comportamiento y excursión de los tendones en el EPB y del APL, y las deformaciones posibles de los ligamentos en flexión y extensión del pulgar con desviación cubital.

Para los estudios histoquímicos se procesaron muestras completas del ligamento fijadas con formol y montadas en parafina, con el fin de conocer la dirección de las fibras y el componente o los componentes de las mismas, realizando coloraciones de Hematoxilina Eosina, para estudio general; Elástica Verhof, para el estudio de fibras elásticas y

Un problema real:



¡Parasitismo intestinal!

NUEVO

Nematil[®]

PLUS

Albendazol-400 mg
Italmex

Antihelmíntico de Primera Elección

1 tableta 400 mg

DOSIS UNICA

Suspensión 10 ml-400 mg

DOSIS UNICA

COMPOSICION: Nematil-Plus Tabletas. Cada tableta contiene: Albendazol.....400 mg. Nematil-Plus Suspensión. Los 10 ml contienen: Albendazol.....400 mg. Contraindicaciones: no debe administrarse durante el embarazo, ni a pacientes con posibilidad de embarazo, pues el albendazol es teratógeno y embriotóxico en animales. El Albendazol no ha sido evaluado en niños menores de 2 años. Efectos secundarios: ocasionalmente trastornos gastrointestinales y cefalea. **PRESENTACIONES Y REGISTRO SANITARIO:** Nematil-Plus Tabletas, caja x 1 tableta. Reg. San. Provisional Expediente No. 053379 Minsalud. Nematil-Plus Suspensión, frasco x 10 ml. Reg. San. Provisional Expediente No. 053322 Minsalud. **BIBLIOGRAFIA:** - Coulaud J.P., Rossignol J.F. Albendazole: nuevo antihelmíntico de una sola dosis: Acta Tropica 41: 87-90, 1984. Nahmias J., Kennet R., Goldsmith R., Greenberg Z. Evaluation of albendazole, pyrantel, bephenium, pyrantel-praziquantel and pyrantel-bephenium in single-dose mass treatment of necatoriasis. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 83: 625-629, 1989. - Stephenson L.S., Latham M.C., Inoti S.N., Kurz K.M., Brigham H., Improvements in physical fitness of kenyan schoolboys infected with hookworm, Trichuris trichiura and Ascaris lumbricoides following a single dose of albendazole. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 84, 277-282, 1990.


ITALMEX
PRODUCTOS
CIENTÍFICOS



PYLORIS[®]
Subcitrate de Bismuto Coloidal

“La erradicación del Helicobacter pylori”

Determina la curación de la Patología Gastroduodenal

COMPOSICION: **Tabletas:** cada tableta contiene: Subcitrate de Bismuto Coloidal equivalente a 120 mg de Oxido de Bismuto. **Suspensión:** cada cucharada (15 ml) contiene: Subcitrate de Bismuto Coloidal equivalente a 120 mg de Oxido de Bismuto. **Presentación y Registro Sanitario:** **Tabletas:** caja x 20 tabletas. Reg. San. M-012689 Minsalud. **Suspensión:** frasco x 240 ml. Reg. San. M-012690 Minsalud. **Contraindicaciones:** embarazo e insuficiencia renal severa. **Precauciones:** el tratamiento no debe prolongarse más de 8 semanas y si es necesario repetirlo, debe hacerse una pausa de 8 semanas. Se requiere control médico. **Efectos secundarios:** las materias fecales se vuelven de color negro, por la presencia del Sulfuro de Bismuto, lo cual debe advertirse a los pacientes, no dando reacciones positivas para la prueba de sangre oculta. **Bibliografía:**
-Benet LZ. Safety and Pharmacokinetics: Colloidal Bismuth Subcitrate Scand. J. Gastroenterol 1991, 26 (Supp 185), 29-35. -Gorbach SL: Bismuth Therapy on Gastrointestinal Diseases. Gastroenterology 1990, 99, 863-875. -Ramírez Ramos A. Helicobacter pylori y patología gastroduodenal. Rev. Col. Gastroent 1991 VI (4): 303-308.



ITALMEX
PRODUCTOS
CIENTÍFICOS

Confirmado como la otra
ALTERNATIVA:

- DOLOR
- FIEBRE



Tabletas
DOL[®]
400

Suspensión
DOL[®]
-Pediátrico

**amplia experiencia comprobada en
más de 120 países**

COMPOSICION:Tabletas: cada tableta recubierta contiene: Ibuprofeno400 mg. **Suspensión Pediátrica:** cada 5 ml de la suspensión contiene: Ibuprofeno.....100 mg.
Presentaciones y Registro Sanitario: Tabletas x 400 mg: caja x 10 tabletas. Caja 20 sobres x 2 tabletas. Reg. san. M-012439 Minsalud. **Suspensión Pediátrica:** frasco x 120 ml. Reg. San. M-012902 Minsalud. **Contraindicaciones:** hipersensibilidad al Ibuprofeno, a los salicilatos y a otros antiinflamatorios no esteroideos. **Precauciones:** adminístrese con precaución a pacientes con asma, broncoespasmo, desórdenes de la coagulación, úlcera péptica, o que estén en tratamiento con anticoagulantes como la warfarina. **Efectos indeseables:** puede desencadenar náusea, vómito, erupciones cutáneas o sangrado digestivo. **Bibliografía:** -Crome P et al : Single and multiple dose pharmacokinetics of ibuprofen effervescent granules or tablets in elderly volunteers. Drug Invest 1990:2:61. -Dionne et al: Suppression of postoperative pain by preoperative administration of ibuprofen in comparison to placebo, acetaminophen and acetaminophen plus codeine. J Clin Pharmacol 1983; 23: 37. -Kotob A: A comparative study of two dosage levels of ibuprofen syrup in children with pyrexia. J. Int Med Red 1985, 13: 122.



ITALMEX
PRODUCTOS
CIENTÍFICOS

El Universo de las **ALERGIAS**



responde a

EXUL[®]

Loratadina

COMPOSICION: *Tabletas:* cada tableta contiene: Loratadina micronizada.....10 mg. *Jarabe:* cada cucharadita (5 ml) contiene: Loratadina.....5 mg. **Contraindicaciones:** hipersensibilidad a la Loratadina. **Precauciones:** no se ha establecido su seguridad durante el embarazo y la lactancia. Niños menores de 6 años. **Efectos indeseables:** en estudios bien controlados sus efectos indeseables han sido comparables a los del placebo. **Presentaciones y Registro Sanitario:** *Tabletas:* caja x 10 tabletas recubiertas, Reg. San. M-011979 Minsalud. *Jarabe:* frasco x 90 ml, Reg. San. M-013304 Minsalud. **Bibliografía:**
- Clissold S P, et al: Loratadine. A preliminary review of its pharmacodynamic properties and therapeutic efficacy. *Drugs* 1989; 37: 42. -Frolund L et al: A multicentre study of loratadine, clemastine, placebo in patients with perennial allergic rhinitis: *Allergy* 1990; 45:254. -Paul E: Loratadine and terfenadine in the treatment of chronic urticaria. *Allergy* 1989; 43 (Suppl. 7) 122.

Tricrómico para el estudio de colágeno y fibras musculares. Se realizaron cortes en sentido longitudinal y vertical al ligamento, para determinar la dirección de las fibras.

Para las pruebas de tensión, se tomaron 14 ligamentos, los cuales se dividieron en dos grupos de siete ligamentos cada uno, para realizar pruebas en sentido longitudinal y en sentido transversal. Se utilizaron los siguientes elementos:

- A. Micrómetro (Vernier), electrónico (SPI-PAV) de 0 a 150 mm. con precisión de 0.01 mm.
- B. Máquina de tensión de tasa de movimiento constante (Lloyd DVM3 T 5.100), con capacidad máxima de 50 Newtons.
- C. Graficador (Lloyd PL3 xy/t), que grafica carga contra extensión.

Las mediciones se realizaron de acuerdo al procedimiento estipulado en la norma técnica americana ASTM D-638M, para plásticos (8): Se midieron el ancho y el espesor de cada muestra plana, con el micrómetro, en varios puntos de la sección más angosta, tomándose en cuenta el mínimo valor del área seccional así determinada. Se colocó luego la muestra en mordazas, las de la máquina de prueba, teniendo cuidado de alinear el eje longitudinal de la misma con el eje longitudinal de las mordazas. Una vez logrado el montaje sin tensión, se midió la distancia entre los bordes de las mordazas. Se fijó la velocidad de prueba, en la máquina, en 100 mm/min., para cada muestra, graficándose la curva carga-extensión en cada caso. La máquina realiza una tracción a la velocidad constante anteriormente fijada, hasta obtener la ruptura de la muestra, dando una lectura en Newtons de la carga (fuerza), máxima aplicada para romper dicha muestra. Se procesaron de acuerdo con la norma cinco muestras de cada grupo, es decir, se realizaron cinco pruebas en sentido longitudinal y cinco pruebas en sentido transversal del ligamento (8). Con base en los datos obtenidos se realizarán los siguientes cálculos:

1. Esfuerzo de tensión: Es la carga tensil por unidad de área soportada por la mínima sección transversal original, la cual se expresa en fuerza/unidad de área:

$$\sigma = F/A$$

2. Elongación: Es el incremento en longitud producido en la muestra por una carga de tensión;

la cual se expresa en unidades de longitud: mm. Este valor lo da la máquina.

3. Deformación: Es la relación entre la elongación y la longitud total de la muestra, que es, el cambio en longitud por unidad original de longitud. Se expresa en mm/mm, siendo una razón adimensional.
4. Módulo de elasticidad: Es la relación entre el esfuerzo y la deformación, en la sección de la gráfica donde estas dos son proporcionales. Para materiales rígidos puede considerarse que el esfuerzo y la deformación son proporcionales por debajo del 70% del punto de ruptura). Se expresa en fuerza por unidad de área (Pascuales). Se conoce también como módulo elástico o módulo de Young.
5. Límite elástico: Es el mayor esfuerzo al cual el material es capaz de resistir sin presentar deformación permanente al retirarse la carga. Por debajo de este punto el esfuerzo y la deformación son proporcionales, y el material se comporta como un resorte. Corresponde en la gráfica a la sección recta. (Figura 1). Este punto es fácilmente distinguible en los materiales elásticos. En los materiales rígidos, este punto está muy cercano al esfuerzo de ruptura del material y puede considerarse que en el material rígido no existe dicho punto.

El modelo matemático, se trabajó con base en simulaciones con modelos de material rígido indeformable (papel), realizando cortes de diferente geometría, buscando conocer el mecanismo de rotación de los colgajos del ligamento, para obtener la ampliación del túnel, y una vez establecido el mecanismo de operación, se procedió a plantear la ecuación matemática que gobierna la dinámica del mismo, agregándole los términos que describen la deformación del ligamento sometido a esfuerzo, de acuerdo con los resultados obtenidos de las curvas carga-extensión (pruebas realizadas con la máquina de tasa de movimiento constante). Obtenida la ecuación final, se procedió a diseñar un programa para computador que mostrará gráficamente los resultados de esta ecuación al variar los parámetros geométricos de las incisiones, buscando optimizar el procedimiento quirúrgico, para lograr la mejor amplitud del primer túnel dorsal del carpo, con la rotación de los colgajos del ligamento, conservándose su función como polea. Para realizar esto, se utilizaron los siguientes elementos:

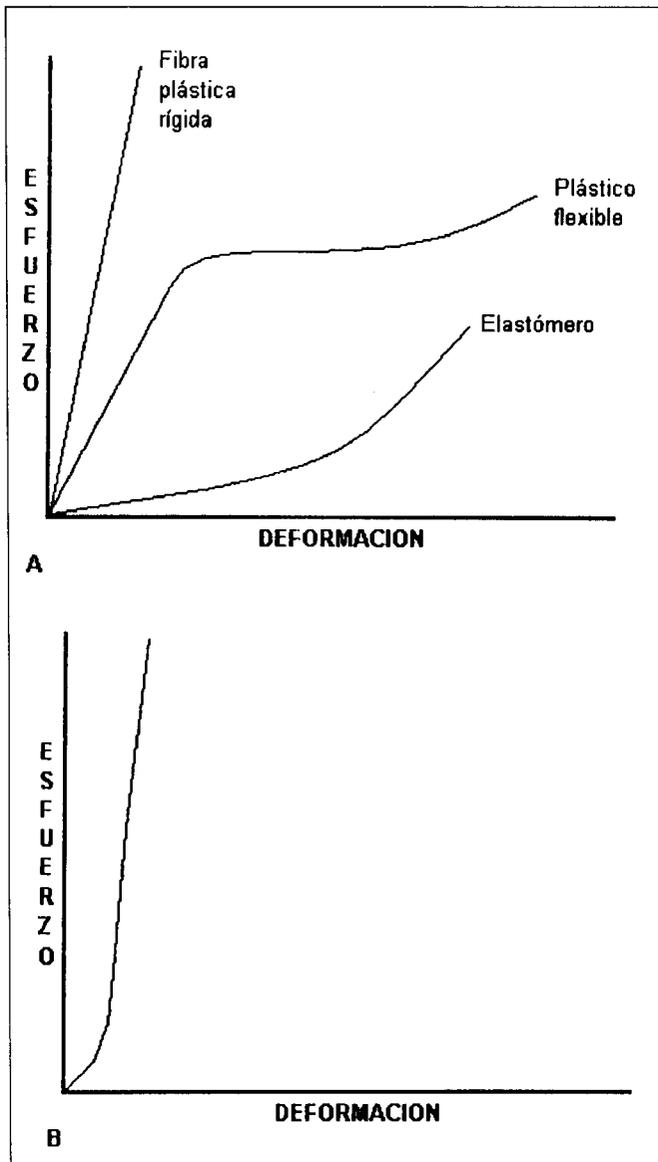


Figura 1. A. Curvas de las gráficas Esfuerzo/Deformación para plásticos según la ASTM (8). B. Curva obtenida con la realización de las primeras cuatro pruebas del ligamento para conocer su comportamiento. Nótese su similitud con la curva para plásticos rígidos.

A. Lenguaje de programación Basic para computador.

B. Computador DTK 386/SX20. 1Megabyte de memoria RAM, monitor super VGA a color.

Resultados

1. En el estudio en cadáveres frescos se observó que el primer túnel dorsal del carpo se comporta como una verdadera polea, al servir de dispositivo que cambia la dirección del vector de fuerza de los tendones del EPB y del APL, evitando una cuerda de arco a este nivel y facilitando los movimientos de extensión y abducción del dedo

pulgar, lo que está de acuerdo con la definición anatómica de polea dada por Schneider y Hunter (2), de que no se trata de una rueda con movimiento libre, sino de una estructura fibrosa o ligamento, que mantiene los tendones contra una estructura ósea, proveyendo un mecanismo de palanca para obtener la completa movilidad del dedo, actuando como una estructura de guía. El ligamento se encuentra actuando como cierre del anillo del primer túnel dorsal del carpo conformando en conjunto una polea, el cual tiene dos componentes: Uno óseo, a nivel de la apófisis estiloides del radio y uno ligamentario, conformado por el ligamento que cierra dicho túnel, el cual es el único componente de los dos, que se puede modificar quirúrgicamente para obtener una ampliación del anillo.

Las observaciones in situ, en pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico, demostraron un mayor desplazamiento del tendón del Extensor pollicis brevis, de hasta 2 a 3 cm más que el tendón del Abductor pollicis longus, con un mecanismo de compresión y choque de los tendones contra el ligamento, cuando se coloca el pulgar en aducción con flexión de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica y se llevaba la muñeca a desviación cubital, lo que no sucedía con las otras posiciones del pulgar. Esto explica el dolor que aparece cuando se realiza la maniobra de Finkelstein, colocando el dedo pulgar en flexión llevando la mano en desviación cubital.

2. Los cortes histológicos, en sentido longitudinal y vertical, para determinar la dirección de las fibras en el ligamento, mostraron fibras en una sola dirección paralelas al eje longitudinal del mismo, sin ningún componente vertical.

Los estudios histoquímicos con Hematoxilina Eosina, coloración elástica Verhof y tricómico, mostraron una composición del tejido constituida únicamente de colágeno, sin presencia de fibras elásticas o musculares.

3. Los resultados de las pruebas carga extensión, realizadas con la máquina de tensión de tasa de movimiento constante, así como los cálculos definidos y obtenidos de los datos de dichas pruebas, con la desviación estándar de los mismos, se muestran en la Tabla No. 1.

De estos resultados se deduce una anisotropía del ligamento, ya que sus propiedades mecáni-

TABLA 1
Resultados de los cálculos de las pruebas biomecánicas

Sentido longitudinal

| ÁREA mm ² | CARGA Nw | LONGITUD mm | ELONGACIÓN mm | ESFUERZO | |
|-------------------------|-------------|----------------|------------------|-------------------|----------------------|
| | | | | DE TENSIÓN MPa | DEFORMACIÓN mm/mm |
| 0.840 | 8.30 | 7.46 | 2.85 | 9.88 | 0.382 |
| 1.105 | 11.84 | 4.96 | 1.76 | 11.28 | 0.354 |
| 0.627 | 3.93 | 6.95 | 4.09 | 6.27 | 0.588 |
| 0.300 | 3.29 | 6.42 | 2.52 | 10.96 | 0.393 |
| 1.801 | 20.70 | 5.22 | 2.01 | 11.45 | 0.386 |

ESFUERZO DE TENSIÓN : 9.968 MPa DEFORMACIÓN: 0.421 mm/mm
 DESVIACION ESTÁNDAR : 21.15% DESVIACION ESTÁNDAR: 0.095
 VARIABILIDAD : 21.62% VARIABILIDAD: 42.07%

Sentido transversal

| ÁREA mm ² | CARGA Nw | LONGITUD mm | ELOGACIÓN mm | ESFUERZO | |
|-------------------------|-------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| | | | | DE TENSIÓN MPa | DEFORMACIÓN mm/mm |
| 0.473 | 4.95 | 3.42 | 1.52 | 10.04 | 0.444 |
| 0.379 | 3.43 | 5.59 | 5.00 | 9.04 | 0.894 |
| 0.602 | 3.63 | 7.35 | 5.21 | 6.03 | 0.708 |
| 0.513 | 4.84 | 6.02 | 6.67 | 9.44 | 1.108 |
| 2.072 | 20.00 | 8.98 | 3.84 | 9.65 | 0.966 |

ESFUERZO DE TENSIÓN : 8.840 MPa DEFORMACIÓN: 0.824 mm/mm
 DESVIACION ESTÁNDAR : 1.612% DESVIACION ESTÁNDAR: 0.256
 VARIABILIDAD : 18.23% VARIABILIDAD: 31.15%

cas no son las mismas en sentido transversal que en sentido longitudinal, lo que se confirmó con los estudios de histopatología, es por esto que al efectuar una prueba en sentido longitudinal (fuerza aplicada en el mismo sentido de las fibras) se nota una mayor resistencia mecánica a la tracción, pero una menor elongación (estructura más rígida), en cambio, en sentido transversal se nota una mayor elongación, sin dejar de ser rígido, presenta una mayor deformación, al igual que una menor resistencia mecánica, (Tabla 1).

Con base en los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

A. Módulo de Young (E)

Sentido longitudinal:

$$E = 23.677 \text{ MPa}$$

$$\text{Esfuerzo máximo (70\%)} = 6.978 \text{ MPa}$$

$$\text{Deformación máxima (70\%)} = 0.295 \text{ mm/mm}$$

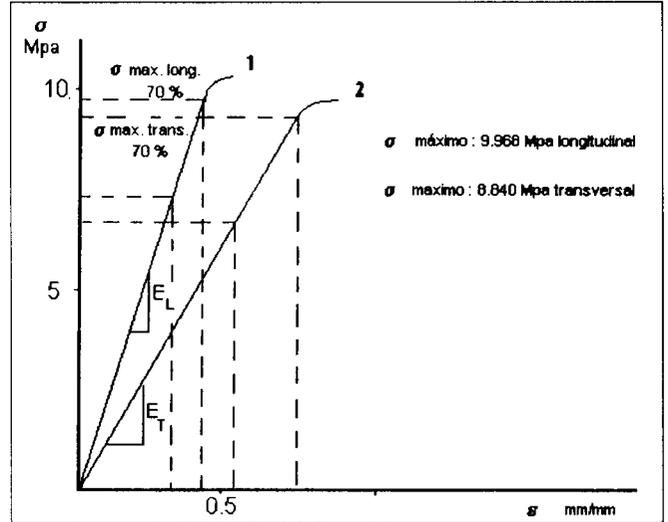
Sentido transversal:

$$E = 10.728 \text{ MPa}$$

$$\text{Esfuerzo máximo (70\%)} = 6.188 \text{ MPa}$$

$$\text{Deformación máxima (70\%)} = 0.700 \text{ mm/mm}$$

En la figura 2 se muestran gráficamente los resultados de la Tabla No. 1, indicando los resultados arriba calculados.

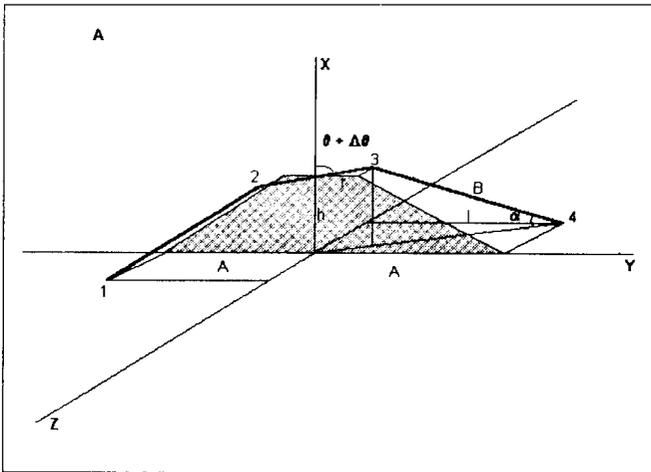


1. Curva de la prueba en sentido longitudinal
 2. Curva de la prueba en sentido transversal

Figura 2. Gráfico que muestra los resultados de la Tabla 1.

4. El modelo matemático que se utilizó, se basó en las observaciones sobre modelos en material rígido realizados en papel, que mostraron una rotación de la porción central hacia arriba con desplazamiento de las dos porciones laterales, al hacer dos incisiones oblicuas sobre los extremos del modelo, fijos los bordes del mismo con cinta pegante a una superficie plana y luego deslizando una varilla por debajo del papel y levantándola, lo que lleva a un aumento del espacio por debajo del papel. Es así como se simuló el movimiento del ligamento, una vez efectuados los cortes, con tres varillas rígidas, dos de ellas unidas por un extremo a una tercera central (Figura 3), y por el otro extremo empotradas, pero teniendo la posibilidad de rotar en cualquier dirección. Al concluir el desarrollo de todo el modelo matemático, y añadirle los términos de deformación causada por el esfuerzo, se encontró que para todas las geometrías se obtenía una función siempre creciente. Para su desarrollo se consideró como primordial su área seccional, considerándola como el plano formado por las dos varillas y la horizontal, entonces la ecuación se presentaría así:

$$\text{Área} = r \cdot \cos(\theta + \Delta \Theta) \cdot l \sin \beta + l^2 \sin \beta \cos \alpha + F(E_L E_T)$$



Área transversal modificada al rotar hacia arriba la porción central y desplazarse las laterales.

$$\text{Area: } r \cdot \cos(\theta + \Delta\theta) \cdot l \cdot \sin\beta + l^2 \cdot \cos\beta \cdot \cos\alpha + F(E_r, E_l)$$

Donde: $2A$: es el ancho del ligamento

θ : es el ángulo de inclinación del eje central con respecto al plano Y-Z

$\Delta\theta$: es el cambio en θ cuando sucede una rotación debido a la elevación de la parte central (o eje central de la Z) al relajar el ligamento.

α y θ : son los ángulos que forma la varilla 1 con respecto a los planos X-Y y Y-Z.

$F(E_r, E_l)$ es la función del Módulo de Young en sentido transversal y sentido longitudinal.

B

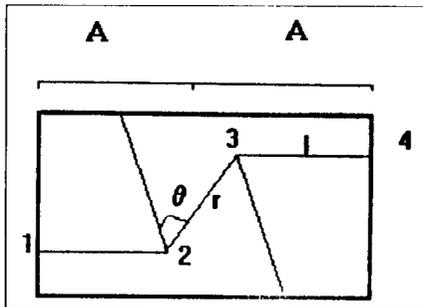


Figura 3. Gráfico de simulación del modelo con tres varillas rígidas. A. Área transversal B. Área longitudinal. Equivalencias y ecuación que define el modelo matemático.

5. El programa del computador se utilizó para visualizar el movimiento de las varillas en el espacio, haciendo cambios en las geometrías de las incisiones, con esto se pudo observar el cambio en el área transversal, determinando así el porcentaje de incremento de ésta, con respecto a otra geometría, logrando decidir que la mejor forma de realizar la relajación es haciendo, sobre el ligamento, dos incisiones, cada una sobre un borde del mismo, en forma oblicua, de los extremos hacia adentro, con un ángulo de inclinación entre 25 y 30, iniciándolas a 4 mm de cada extremo de inserción, comprometiendo cada

una de las dos terceras partes del ancho del ligamento (figura 4). De esta manera se obtiene una ampliación del ligamento, que adquiere una forma de Z, produciéndose una rotación hacia arriba del colgajo central (con desplazamiento de los dos colgajos laterales Figura 5), con una efectividad de modificación del área transversal del anillo del 25% en ampliación.

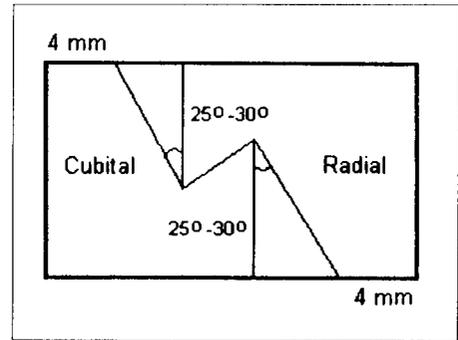


Figura 4. Esquema que muestra la forma de diseñar las dos incisiones sobre el ligamento, con un ángulo de inclinación entre 25° y 30°, para obtener una relajación del mismo. La línea vertical que une las dos incisiones corresponde a la línea imaginaria que conforma la porción central de la Z.

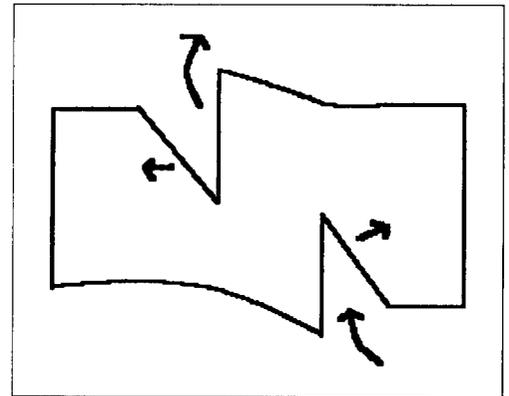


Figura 5. Esquema que muestra el resultado de realizar las incisiones de relajación sobre el ligamento del primer túnel dorsal del carpo, obteniéndose una ampliación del anillo. El ligamento adquiere una conformación en Z; la porción central rota hacia arriba mientras las dos laterales se desplazan.

Basados en los datos anteriores, se diseñó la siguiente técnica quirúrgica para el manejo del ligamento que cierra el primer túnel dorsal del carpo; el procedimiento se realiza bajo anestesia regional y torniquete neumático:

A. Para marcar la incisión cutánea, se localiza el extremo distal de la apófisis estiloides del radio y se traza una línea de 3 cm de longitud, con azul de metileno, 10 mm por debajo de dicho extremo. El trazado se realiza en forma transversa, de acuerdo con las líneas de tensión de la piel relajada (Figura 6).

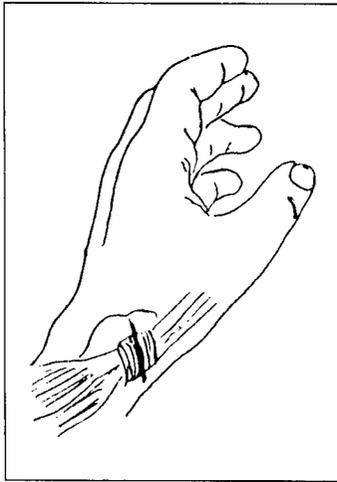


Figura 6. Sitio de localización de la incisión cutánea en el manejo quirúrgico de De Quervain.

B. Se incide la piel; se identifican las ramas sensitivas del nervio radial que cruzan el ligamento, las cuales se disecan cuidadosamente y se separan para evitar lesionarlas. Se localizan los bordes proximal y distal del primer túnel dorsal del carpo.

C. Se marcan las dos incisiones de relajación que se van a realizar sobre el ligamento (Figura 7). Se identifican los dos extremos de inserción, radial y cubital. Para conservar la función de polea para el EPB y el APL, las incisiones se realizan sobre el borde proximal del ligamento en el extremo radial, y sobre el borde distal en el extremo cubital; estas se inician a 4 mm de cada extremo de inserción y se prolongan con un ángulo entre 25° y 30°, hacia el centro del liga-

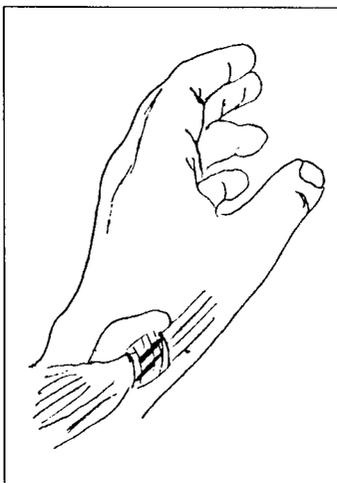


Figura 7. Marcación de las incisiones de relajación.

mento, en forma paralela, de acuerdo con los resultados del modelo de estudio, de tal forma que cada una comprometa las dos terceras partes del ancho del ligamento (Figura 8). Esto le da finalmente, con la maniobra de relajación una conformación en Z al ligamento, lo que nos dio la idea de darle el nombre de Z-plastia a la nueva técnica quirúrgica.

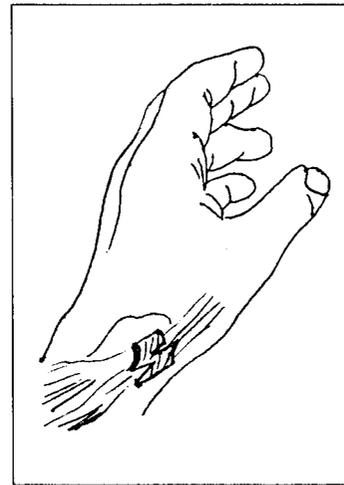


Figura 8. Relajación del ligamento, conformando una Z. Se logra la ampliación de la sección transversal, conservando el ligamento su continuidad.

D. Una vez realizado el procedimiento de relajación es más fácil valorar la presencia o no del séptum intertendinoso, y efectuar la maniobra de sección de éste, así como la sinovectomía, si ésta es necesaria.

E. Se revisa la hemostasia y se cierra la piel con una sutura intradérmica de nylon monofilamento 5/0.

F. Se coloca una férula antebraquimetacarpiana, para mantener la mano en una adecuada posición de reposo. A nivel del primer espacio interdigital, se colocan gasas y apósitos a manera de vendaje bultoso, el cual se fija con una venda elástica de 3" x 5", de tal manera que se permitan los movimientos de flexo-extensión de la articulación interfalángica del pulgar, los cuales se inician en forma inmediata. El vendaje se retira a los siete días y los puntos a los quince días.

Los resultados obtenidos con el manejo del ligamento que cierra el primer túnel dorsal del carpo, se extrapolaron para manejar los ligamentos que

cierran el túnel carpiano y los cinco túneles restantes del retináculo extensor. En el caso del ligamento que cierra el anillo del túnel carpiano, se procede de la siguiente manera:

A. Se marca una incisión cutánea, ligeramente curva sobre la región tenar de la mano la cual se inicia sobre el pliegue de la muñeca, sin comprometerlo, extendiéndose en forma distal 4 cm por encima del mismo. Se incide, se disecciona la fascia palmar superficial, la cual se abre, llegando al plano del ligamento, exponiéndolo.

B. Se marcan las dos incisiones de relajación que se van a realizar sobre el ligamento, siguiendo la misma geometría anterior, colocando la del borde proximal en el extremo radial del ligamento y las del borde distal en el extremo cubital del mismo, con el fin de proteger la rama tenariana del nervio mediano. Estas se localizan sobre la parte central, iniciándose en cada extremo del mismo y se prolongan con un ángulo entre 25° y 30°, paralelas, de tal forma que cada una comprometa las dos terceras partes del ancho del ligamento. Se realizan las dos incisiones, lográndose la ampliación de la sección transversal, y en la misma forma que en el anterior procedimiento, utilizando separadores de Senn, se realiza la maniobra de sinovectomía, teniendo cuidado de no ir a desgarrar el tejido ligamentario (Figura 9).

C. Se retira el torniquete, se realiza revisión de la hemostasia y se cierra la piel con puntos separados de nylon monofilamento 5/0.

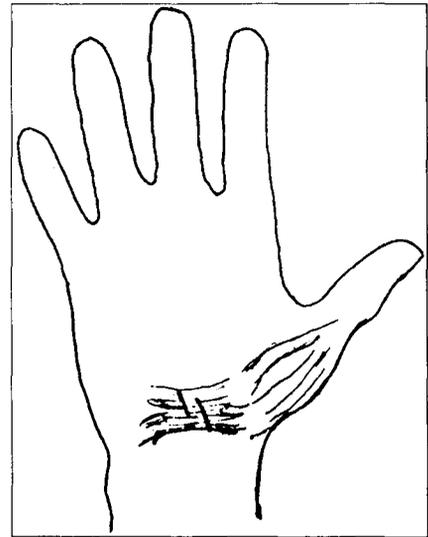
D. Se coloca una férula antebraquimetacarpiana, para mantener la mano en posición de reposo, la cual se utiliza por un período de 7 días.

Para el manejo quirúrgico de las tenosinovitis de los cinco túneles restantes del carpo se realiza el siguiente manejo:

A. Se marca la incisión cutánea en forma transversa sobre la parte media del retináculo extensor, realizándola, exponiendo los túneles comprometidos.

B. Se marca sobre la porción del ligamento que cierra cada túnel el mismo tipo de incisiones descritas para el ligamento del primer túnel dorsal del carpo, siguiendo la misma geometría, colocando la del borde proximal en el extremo

A



B

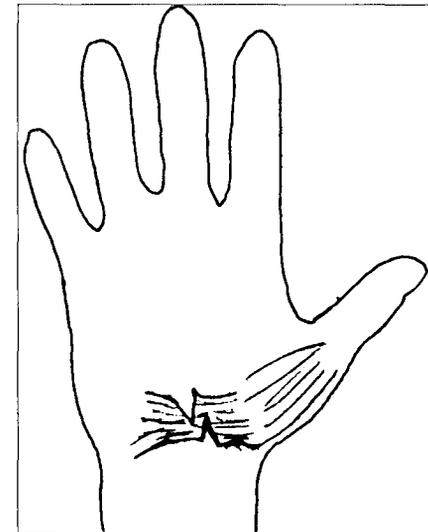
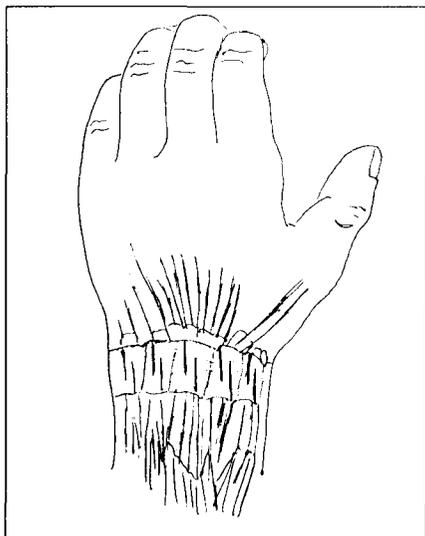


Figura 9. A. Marcación de las incisiones de relajación sobre el ligamento que cierra el anillo del túnel carpiano. B. Conformación obtenida con la maniobra de relajación

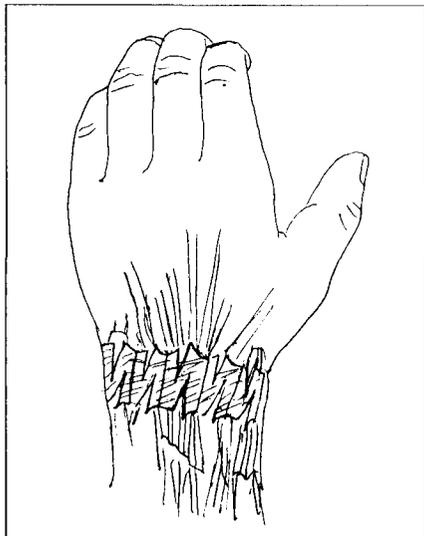
radial y la del borde distal en el extremo cubital. Estas se prolongan con un ángulo entre 25° y 30°, hacia el centro del ligamento, en forma paralela, de tal forma que cada una comprometa las dos terceras partes del ancho de la porción del ligamento que le corresponde a cada túnel. (Figura 10)

C. Como en los procedimientos anteriores se revisa la hemostasia una vez bajado el torniquete, cerrando la piel con una sutura intradérmica de nylon monofilamento 4/0.

D. Se coloca férula antebraquimetacarpiana, en posición de reposo, la cual se mantiene por un período de 7 días, al cabo del cual se puede iniciar la fisioterapia.



A



B

Figura 10. A. Marcación de las incisiones en el retináculo exterior. B. Ampliación obtenida después de la maniobra de relajación.

Se han intervenido por el método anteriormente descrito, según cada caso, cuarenta pacientes con enfermedad de De Quervain; treinta pacientes con síndrome de túnel carpiano y tres pacientes con tenosinovitis del retináculo extensor; de los cuales cincuenta y dos pacientes han sido mujeres y ventitrés pacientes hombres, con edades comprendidas entre veintidós y sesenta y ocho años, con un promedio de cuarenta años. Todos trabajadores manuales, que presentaban compromiso de la mano dominante en el noventa por ciento de los casos.

Todos los pacientes presentaban clínicamente los parámetros definidos para cada tipo de enfermedad, en el caso de la enfermedad de De Quervain:

- Dolor
- Inflamación local.
- Dishabilidad.
- Prueba de Finkelstein positiva
- Pérdida de fuerza a la presión con el dedo pulgar (11).

En el caso del síndrome del túnel carpiano:

- Dolor.
- Hipoestesia en área del nervio mediano.
- Pruebas de Phalen y Tinel positivas.
- Pérdida de fuerza.
- Disestesias nocturnas. (12, 13).

Y en el caso de las tenosinovitis de los cinco túneles restantes del retináculo extensor:

- Dolor recurrente, refractario al tratamiento médico y de rehabilitación.
- Pérdida de fuerza,
- Dishabilidad.
- Tumorción y edema (11).

En todos los procedimientos quirúrgicos, con la maniobra de relajación en Z, se observó un aumento de la sección transversal del anillo, por el cambio de la geometría del ligamento, lo cual está de acuerdo con los resultados del modelo de estudio. En doce casos de la enfermedad de De Quervain, se realizó sinovectomía y en dos de estos casos sección del tabique intertendinoso. En todos los casos de síndrome del túnel carpiano y de tenosinovitis de los cinco túneles restantes del retináculo extensor, se realizó sinovectomía. Todos estos procedimientos accesorios se pudieron realizar fácilmente, después de efectuar el manejo quirúrgico para la ampliación de la sección transversal de cada túnel.

Todos los pacientes manifestaron alivio de su sintomatología inicial, con desaparición del dolor, recuperación de la fuerza con las diferentes maniobras de presión digital, con mejoría de los movimientos de precisión, recuperación de la sensibilidad y desaparición de la sintomatología nocturna.

Como complicaciones se presentaron: Un caso de sobreinfección por *Staphylococcus aureus*, en un paciente de sesenta y ocho años, el cual asistió a otro servicio para que los puntos le fueran retirados en forma temprana, iniciando sus labores al sexto día postoperatorio, regresando a control a los

ocho días, con signos de infección. Se tomó cultivo y se manejó con antibioticoterapia, dicloxacilina, evolucionando satisfactoriamente. En dos procedimientos quirúrgicos de relajación del ligamento anular anterior del carpo, se presentó desgarro de la porción central, en dos pacientes de sexo femenino, durante la maniobra de separación del ligamento para realizar la sinovectomía. Las pacientes manifestaron mejoría de su sintomatología inicial, pero refirieron posteriormente no haber recuperado completamente la fuerza.

Estos procedimientos se han venido realizando desde hace cuatro años, haciéndose un seguimiento de seis meses de cada paciente, sin que ninguno de ellos haya manifestado recurrencia en su sintomatología.

Discusión

Como se mencionó al principio el objetivo de este trabajo fue diseñar una nueva técnica quirúrgica que permita hacer un tratamiento más adecuado para el manejo de los síndromes de compresión de los ligamentos del carpo, desde los puntos de vista anatómico y fisiológico, conservándose la función de polea que cumple cada unidad de túnel con su ligamento que lo cierra, de acuerdo con los conceptos de Schneider y Hunter (2, 3), evitándose así el cambio de dirección del vector de fuerza tendinoso con la luxación, al romper la continuidad de dicha unidad, lográndose la ampliación del túnel con las incisiones de relajación, que permiten la rotación de los colgajos, modificándose la geometría del ligamento ampliándose de esta manera la sección transversa, lográndose de esta forma corregir la compresión local, que causa la sintomatología por la cual consultan los pacientes. Así mismo se buscó evitar la recurrencia del dolor local, ya no por una reproducción de la enfermedad, sino debido a una nueva lesión, esta vez de origen iatrogénico, producida por una técnica quirúrgica que seccionaba por completo el ligamento que cierra cada túnel lo que facilita la subluxación del contenido del mismo y su inclusión en el proceso de cicatrización postquirúrgico (1,14).

Fue necesario mostrar en este trabajo todo el desarrollo de la idea, el cual se realizó sobre los estudios del ligamento que cierra el primer túnel dorsal del carpo (1), para que se entendiera completamente cada uno de los pasos realizados hasta llegar al diseño de relajación en Z del mismo, por medio de dos incisiones oblicuas entre 25° y 30°,

paralelas, que comprometen los dos tercios del ancho del mismo, y la extrapolación de los resultados para realizar el mismo procedimiento en otras estructuras compuestas por un túnel y un ligamento que lo cierra, lo que conforma una unidad de polea (2), como es el caso del túnel carpiano y los cinco túneles restantes del retináculo extensor en la mano.

La ampliación de la sección transversal del anillo facilita la realización de procedimientos accesorios como es la sección del ligamento o séptum intertendinoso en el caso del primer túnel dorsal del carpo, y la sinovectomía en todos los casos de patología de los síndromes de compresión de los ligamentos del carpo. Es necesario ser muy cuidadosos en las maniobras de separación de los colgajos del ligamento, para evitar complicaciones por desgarro.

Es muy difícil comprobar directamente en el paciente cual es el porcentaje de ampliación logrado en el área de la sección transversal del túnel, pero la mejoría de la sintomatología inicial, reportada por los pacientes habla de la bondad del procedimiento al lograr la ampliación de la sección transversal y de esta manera disminuir la compresión, esto ayudado además por la realización de los procedimientos accesorios, de sinovectomía y de sección del séptum intertendinoso en el caso del primer túnel dorsal del carpo. Actualmente el grupo de trabajo está realizando trabajos comparativos de los resultados de la técnica convencional de sección completa del ligamento y de la técnica presentada de relajación en Z en grupos de pacientes con síndrome del túnel carpiano, y estudios del porcentaje de ampliación logrado por la técnica de relajación en Z, por medio de estudios por cortes transversales con tomografía axial computarizada, que nos permiten medir el área de sección transversal en varios puntos preestablecidos del túnel carpiano en forma pre y postoperatoria (15). Estos estudios actualmente en curso serán motivo de una nueva presentación de los resultados ante la Academia Nacional de Medicina.

Conclusiones

1. Se logra diseñar una nueva técnica quirúrgica para el manejo de los síndromes de compresión del carpo, basados en la extrapolación de los resultados de los estudios previos de composición, estructura, y propiedades biomecánicas del ligamento que cierra el anillo del primer túnel dorsal del carpo.

2. Se define la composición, estructura y propiedades biomecánicas del ligamento que cierra el primer túnel dorsal carpo, apoyados en estudios histoquímicos y biomecánicos aplicando la norma técnica americana ASTM D-638 M.
3. Se construye un modelo matemático que define muy bien el mecanismo de comportamiento de la nueva geometría del ligamento, de acuerdo con las incisiones diseñadas para su relajación, lo que permite obtener un aumento en la sección transversal del anillo de cada túnel.
4. La aplicación de los términos que describen la deformación del ligamento del primer túnel dorsal del carpo sometido a esfuerzo en una máquina de deformación de tasa de movimiento constante, permitió realizar una optimización del procedimiento quirúrgico, modificando el único componente del anillo que se puede manejar quirúrgicamente, como es el ligamento que cierra dicho túnel.
5. Se conserva la función de polea del anillo de cada túnel, lo que permite realizar un tratamiento más funcional desde los puntos de vista anatómico y fisiológico, previniendo el dolor recurrente que aparece en algunos pacientes en el período postoperatorio, por subluxación o luxación del contenido del túnel y la inclusión de dicho contenido dentro del proceso de cicatrización postquirúrgico.
6. Con esta técnica se facilita la realización de procedimientos accesorios, que ayudan a disminuir aún más la compresión de los elementos incluidos en cada túnel, que se pueden presentar por la sinovial inflamada o el séptum intertendinoso, en el caso del primer túnel dorsal del carpo.

Agradecimientos

A los doctores Darío Cadena y Olga Vásquez, patólogos del Departamento de Patología del Hospital de San José, por la realización de los estudios histoquímicos de las muestras obtenidas de cadáveres frescos.

Al ingeniero mecánico Germán Laverde, quien muy gentilmente nos prestó el laboratorio de investigación de materiales de la firma Plastilene y nos colaboró con la realización de las pruebas técnicas de aplicación de la norma ASTM D-638 M. A los directivos de la firma Plastilene por toda la ayuda prestada.

Bibliografía

1. CANTINI J. E., BERMÚDEZ J. C., CANTINI J., Z-plastia en el manejo de la enfermedad de De Quervain. Un nuevo concepto. Revista Colombiana de Cirugía Plástica y Reconstructiva. 11: 55-65m 1992.
2. SCHNEIDER L. AND HUNTER J. Flexor Tendons-late reconstruction. In Green D. Operative Hand Surgery. 2ed. New York. Churchill Livingstone.
3. KAPANDJI I. A. The physiology of joints. Volume 1. Upper limb. Edinburg. Churchill Livingstone. 1979; 140.
4. WITECZAK J., Masearv and Meyer R. Triggering of the thumb with de Quervain's stenosing tendovaginitis. J. Hand Surg. 1990; 15 A:265-268
5. FROIMSON A. Tenosynovitis and tennis elbow. In Green D. Operative Hand Surgery. 1 ed. New York. Churchill Livingstone. 1982:1507 -1510
6. RHOADES C. E., GELBERMAN R. H. AND MANJARRIS J. F. Stenosing tenosynovitis of the fingers and thumb. Clin. Orthop. 1984;190: 238 - 238.
7. ARONS M. S. De Quervain's release in working women: A report of failures, complications and associated diagnoses. J. Hand Surg. 1987; 12 A: 540-544.
8. ASTM standars. Philadelphia. American society of Testing and Matefials. 1987: 227 - 238.
9. K Tension studies of human ligaments. J. Bone and joint Surg. 1976; 58 A: 350-355.
10. GREENWALD D., MASS D. AND GOTTLIEB L. Biomechanical analysis of intrinsic tendon healing in vitro and effects of vitamins A and E. Plast. Reconst. Surg. 1991; 87: 925-932.
11. ALEGADO R. B., AND MEALS R. A. An unusual complication following surgical treatment of De Quervain's disease. J. Hand Surg. 4: 185-186. 1979.
12. LANZ U. Anatomical Variations of the median nerve in the carpal tunnel. J. Hand. Surg. 2: 44-53. 1977.
13. PHALEN G. S. The carpal tunnel syndrome; seventeen years experience in diagnosis antitreatment of six hundred fifty-four hands. J. Bone Joint Surg. 48 A: 211-228.
14. SHEPHERD J. A. Construction of the Extensor pollicis brevis tendon. An unusual lesion simulating De Quiervain's disease. Br. J. Surg. 1940; 34:213.
15. LIANG C. CT-scanning study of uossectional area of the carpal tunnel in cases of carpal tunnel syndrome. J. Jpn. Orthop. Assoc. 61: 19-30. 1987.