

Estudio comparativo de suturas empleadas en la reparación de los tendones flexores de la mano

O. Martel¹, C. Thams², C. Pérez-Cejudo¹, A. Yáñez¹, A. Cuadrado¹,

¹Dpto. Ingeniería Mecánica. Universidad de Las Palmas de G.C. email: oscar.martel@ulpgc.es, carlos.perezcejudo@ulpgc.es, alejandro.yanez@ulpgc.es, alberto.cuadrado@ulpgc.es

²Hospital Perpetuo Socorro. email: cthabau@gmail.com

La reparación de los tendones flexores, especialmente en la zona intermedia de los dedos, es una de las cirugías más complicadas en la práctica diaria de la cirugía de la mano. Básicamente consiste en suturar los dos extremos seccionados y para ello se han descrito multitud de técnicas. Las reparaciones más resistentes se consiguen usando suturas de mayor calibre y mayor número de ramas en la sutura, así como una sutura exterior, llamada epitendinosa. Sin embargo, esto aumenta el riesgo de adhesión del tendón al tejido circundante y por tanto su pobre resultado clínico. La mayoría de los estudios existentes compara las nuevas técnicas de sutura con el tipo Kessler o Kessler modificado, sin embargo, se ha demostrado que esta técnica no ofrece los mejores resultados. Por tanto, en las últimas décadas, los cirujanos se han decantado por otras técnicas más eficientes. El objetivo de este estudio ha sido comparar tres de estas técnicas entre sí, McLarney, Tsuge y M-Tang. Además, se ha evaluado el papel de la sutura epitendinosa continua entrelazada en los tres casos. Para el estudio de las técnicas de sutura se han utilizado 30 tendones flexor digitorum profundus porcinos (n=5 por caso). Se han realizado reconstrucciones con las tres técnicas distintas con y sin sutura epitendinosa, dando lugar a 6 casos. Cada reconstrucción se ha ensayado a tracción, hallando la fuerza necesaria para separar los extremos suturados del tendón (gap) 1 y 2 mm. La comparación de los 6 casos muestra que la técnica de Tsuge con sutura epitendinosa (19.1 ± 6.6 N y 24.8 ± 5.1 N, a 1 y 2 mm de gap respectivamente) aporta valores de fuerza estadísticamente mayores frente al resto de técnicas. Los resultados de este estudio recomiendan realizar la técnica de Tsuge con sutura epitendinosa continua entrelazada cuando se va a reparar el tendón flexor de la mano. En el caso de no realizar sutura epitendinosa, las tres técnicas analizadas dan lugar a una sutura de resistencia equivalente. Finalmente, si se ha decidido a priori usar M-Tang o McLarney, recomendamos no usar la sutura epitendinosa.

1. Introducción

La reparación del tendón flexor es una de las tareas quirúrgicas más desafiantes dentro de la práctica diaria en la cirugía de la mano. Especialmente aquellas lesiones ubicadas en la zona II del tendón flexor (Figura 1), históricamente conocida como "tierra de nadie", debido a los malos resultados funcionales. Las complicaciones principales de la reparación del tendón son la ruptura del mismo, la formación de hueco (gap) por deslizamiento de la sutura y la formación de adherencias entre el tendón reparado y la cubierta sinovial [1-2]. La reparación de los tendones flexores básicamente consiste en suturar los dos extremos seccionados y para ello se han descrito multitud de técnicas. Las reparaciones más resistentes se consiguen usando suturas de mayor calibre y mayor número de ramas en la sutura, así como una sutura exterior, llamada epitendinosa. Sin embargo, esto aumenta el riesgo de adhesión del tendón al tejido circundante y por tanto su pobre resultado clínico [3-4].

La mayoría de los estudios comparan diferentes técnicas de sutura, o diferentes materiales de sutura, con el Kessler clásico o más comúnmente con la sutura de Kessler modificada para los tendones flexores [1,5-6]. La sutura de Kessler es bien conocida porque es parte del entrenamiento quirúrgico básico para la mayoría de los cirujanos plásticos y ortopédicos en todo el mundo. Sin embargo, aquellos cirujanos que realmente tratan las lesiones del tendón flexor abandonan la técnica de Kessler solo para las rupturas de zona V y no para la demandante zona II. Los estudios mencionados anteriormente que usan el Kessler como estándar para comparar

las diferentes técnicas, concluyen que en todos los casos, todas las técnicas son superiores en fuerza y resistencia tanto al Kessler estándar como al Kessler modificado. Durante la última década, la mayoría de los cirujanos de la mano abandonaron el Kessler y pasaron a mejores opciones, como las propuestas por McLarney o Tsuge y sus variaciones, y entre ellas, la sutura M-Tang. Por ello, hemos querido sacar algunas conclusiones utilizando las técnicas de sutura más extendidas, las que han demostrado ser las más confiables y populares, además, teniendo en cuenta los costos y la disponibilidad. El objetivo de este estudio ha sido comparar tres técnicas de sutura de tendón flexor diferentes entre sí, utilizando un modelo biomecánico con tendones flexores porcinos ex vivo. También estudiamos el papel de la sutura epitendinosa en la resistencia de la reparación, utilizando la técnica continua entrelazada.

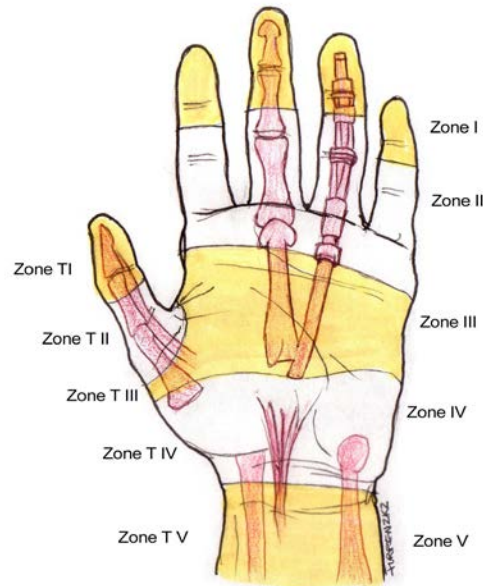


Figura 1: División en zonas de los tendones flexores de la mano.
(<http://emedicine.medscape.com/article/1245236-overview>)

2. Materiales y métodos

Para el estudio de las técnicas de sutura se han utilizado 30 tendones flexor digitorum profundus porcinos ($n=5$ por caso). Se han utilizado 5 tendones adicionales para determinar las características elásticas propias del tendón. El uso de los tendones flexores porcinos es adecuado porque las propiedades biomecánicas, su estructura y diámetro son similares a los de los tendones flexores humanos [7]. Los tendones se extrajeron de patas porcinas obtenidas de un matadero local. Se usó un calibre de tendones hecho a medida para seleccionar tendones de 6,5 mm de diámetro. Todos los tendones tenían entre 8 y 10 cm de longitud. Los tendones se envolvieron en una gasa empapada en solución salina normal y se almacenaron a -20°C . Posteriormente, se descongelaron a temperatura ambiente doce horas antes de los ensayos. Durante todo el periodo de manipulación y ensayo las muestras se mantuvieron húmedas mediante el uso de un nebulizador con solución salina normal. Además, se mantuvo la temperatura ambiente a lo largo de todo el proceso. Para realizar cada una de las técnicas de sutura, a los tendones se les efectuó una sección completa a la mitad de su longitud, perpendicular a su línea media.

Se ensayaron tres técnicas de sutura diferentes, McLarney, M-Tang y Tsuge (Figura 2), cada una con sutura epitendinosa continua entrelazada y sin ella, resultando en seis grupos de prueba ($n = 5$ por grupo), asignando los tendones a cada grupo aleatoriamente. Se utilizó una sutura de poliamida monofilamento no absorbible (Dafilon® 3/0, BBraun) para la técnica de McLarney, mientras que para las técnicas M-Tang y Tsuge se usó una sutura de poliéster trenzado no absorbible (Tendo-Loop® 3/0, BBraun). Para las suturas epitendinosas se usó también Dafilon® 3/0.

Todos los tendones se sometieron a un ensayo de tracción a una velocidad de 15 mm/min en una máquina universal de ensayos (EFH/5/FR, Microtest S.A., Madrid, España). Para los tendones suturados se dejó al menos una distancia de 20 mm entre la sección suturada y las mordazas (Figura 3). Se aplicó una pequeña tensión de 1.5 N durante 3 segundos para establecer el valor cero de desplazamiento. Se registró el gráfico de fuerza frente a desplazamiento con el software propio de la máquina para cada ensayo. A partir de ese gráfico se calcularon las fuerzas necesarias para separar los extremos suturados del tendón (en adelante *gap*) 1 y 2 mm.

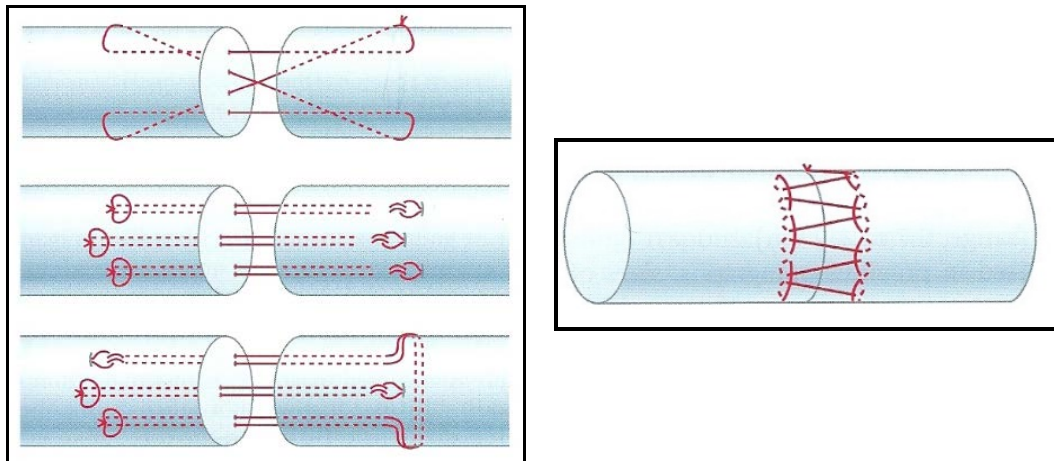


Figura 2: Izqda. Técnicas de McLarney (superior), Tsuge (media) y M-Tang (inferior). Dcha. Sutura epitendinosa.



Figura 3: Tendón suturado colocado en las mordazas.

Para calcular las fuerzas a las que se produce el gap buscado se utilizó un método indirecto, para evitar la necesidad de una determinación subjetiva visual del gap. Este método es posible porque el desplazamiento total entre las mordazas es la suma del gap más la deformación del tendón (Figura 4 Izqda.). Por lo tanto, al restar la deformación del tendón del desplazamiento total, se puede hallar la fuerza para un gap determinado (Figura 4 Dcha.). Para obtener el gráfico de fuerza frente a desplazamiento propio del tendón, se ensayaron 5 tendones intactos y se halló el gráfico medio de todos ellos, usándolo como el gráfico propio del tendón en el método indirecto. La obtención del gráfico medio se hizo ajustando una regresión polinomial de grado seis a cada gráfico y luego hallando el valor medio de cada uno de los siete parámetros del polinomio. No se observó ningún deslizamiento entre el tendón y la mordaza durante todo el ensayo, lo que es crucial para que este método indirecto funcione.

Los análisis estadísticos se han llevado a cabo con SPSS v.17.0 (IBM). Se ha aplicado el test de Shapiro-Wilk, y una prueba gráfica para detectar violación de normalidad. Para la comparación de los 6 métodos de sutura entre ellos, se ha realizado un ANOVA con un tratamiento post hoc de Tukey, usual en este tipo de estudios [7]. También se ha realizado un ANOVA con Tukey para comparar entre si las tres técnicas sin sutura epitendinosa y con sutura epitendinosa. Para determinar la posible mejora de la sutura epitendinosa en cada técnica por separado se ha realizado una prueba t-Student para los dos casos (con y sin sutura epitendinosa) en las tres técnicas. El nivel de significancia se ha fijado en 5% ($p < .05$).

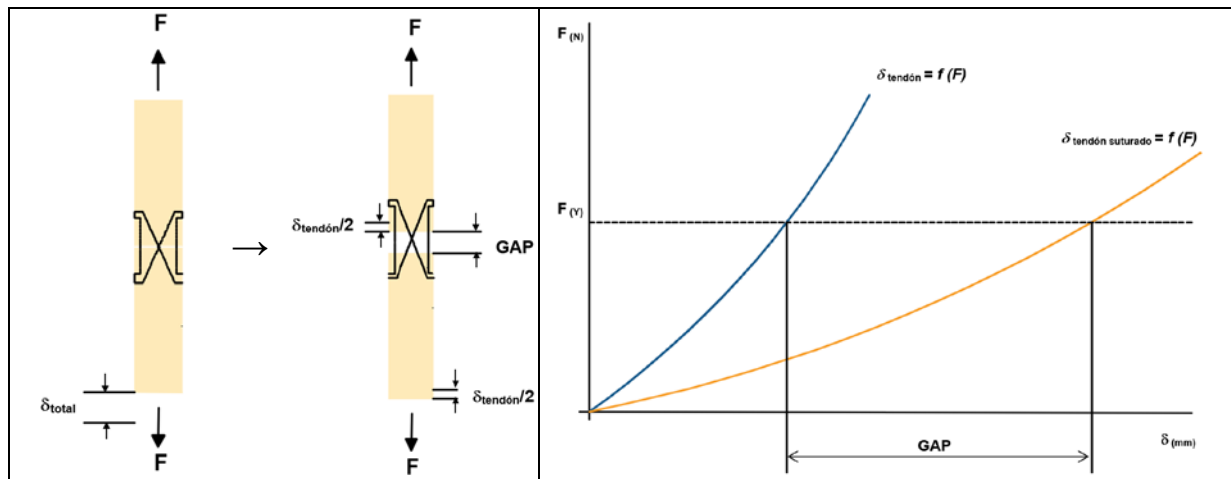


Figura 4: Explicación gráfica del método de obtención del gap, restando el desplazamiento del tendón ($\delta_{tendón}$) del desplazamiento total registrado en cada ensayo (δ_{total}).

3. Resultados

En las Figuras 5 y 6 se pueden observar los valores de la fuerza que abren 1 y 2 mm de gap, respectivamente, para los seis casos analizados. Los resultados del ANOVA muestran que la técnica de Tsuge con sutura epitendinosa (19.1 ± 6.6 N y 24.8 ± 5.1 N, a 1 y 2 mm de gap respectivamente) aporta valores de fuerza estadísticamente mayores frente al resto de técnicas ($p < .001$, para 1 y 2 mm de gap). El estudio post hoc revela que la única técnica estadísticamente mejor que las otras es la de Tsuge con sutura epitendinosa, siendo los otros 5 casos estadísticamente equivalentes ($p > .05$). En cuanto al estudio de cada técnica particular con y sin sutura epitendinosa se muestra que con McLarney se obtiene mayor fuerza con sutura epitendinosa para 1 mm ($p = .018$) pero no para 2 mm de gap ($p = .118$); con M-Tang no hay diferencia entre hacerla y no hacerla ($p = .185$ y $p = .124$, para 1 y 2 mm de gap respectivamente); y con Tsuge la fuerza obtenida es mayor para ambos valores de gap ($p = .007$ y $p = .001$, para 1 y 2 mm de gap respectivamente).

Finalmente, cuando comparamos entre si las tres técnicas sin sutura epitendinosa, no observamos diferencias significativas entre ellas ($p = .364$ y $p = .556$, para 1 y 2 mm de gap respectivamente). En cambio, cuando comparamos entre si las tres técnicas con sutura epitendinosa, si que existe diferencia significativa entre ellas ($p = .009$ y $p = .022$, para 1 y 2 mm de gap respectivamente), demostrando el post hoc que la que obtiene mayores fuerzas es la de Tsuge, no existiendo diferencias entre las otras dos.

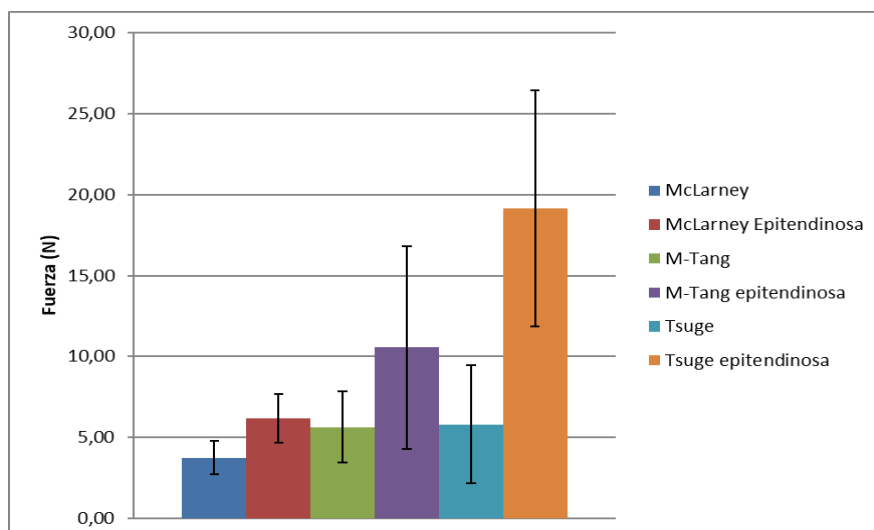


Figura 5: Fuerza (media y desviación típica) en la formación de 1 mm de gap en cada caso.

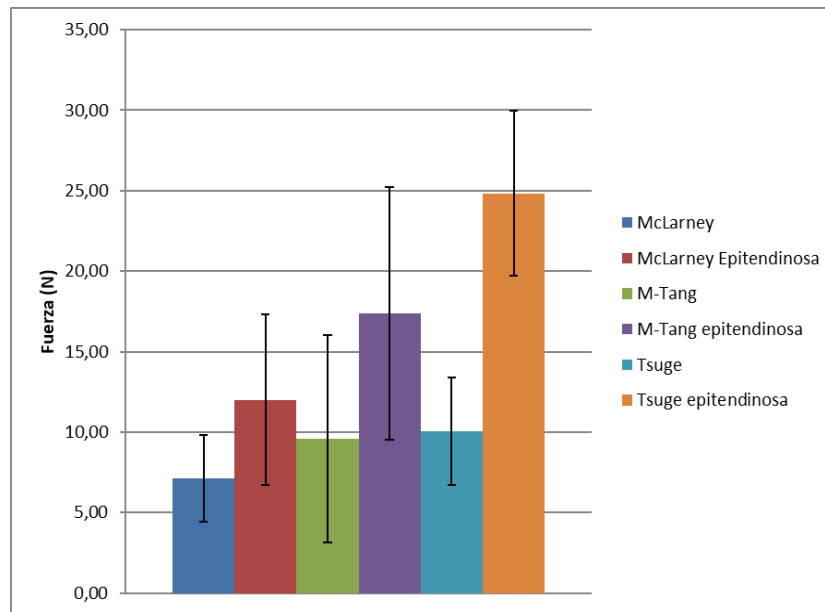


Figura 6: Fuerza (media y desviación típica) en la formación de 2 mm de gap en cada caso.

4. Discusión

En este estudio, hemos realizado una comparativa de las técnicas de McLarney, M-Tang y Tsuge realizadas como sutura única y las mismas técnicas acompañadas de una sutura epitendinosa. La determinación del mecanismo de fallo en la formación de 1 y 2 mm de gap se realizó basándonos en que los espacios de más de 2 mm entre las secciones del tendón, tras la operación, están asociadas con el aumento de formación de adherencias y resultados clínicos pobres. La elección de las técnicas de sutura se determinó por ser las más utilizadas en la práctica clínica. Además, se consideró estudiar la influencia de una sutura epitendinosa ya que aumenta la resistencia.

La técnica que necesita mayores valores de fuerza para abrir el gap y, por tanto, hacer fracasar la cirugía es la de Tsuge con sutura epitendinosa, por lo que se recomienda realizar esta sutura. No obstante, la realización de la sutura epitendinosa hace que aumente el diámetro del tendón en la zona de reparación, haciéndola más voluminosa, lo que puede dar lugar a problemas de deslizamiento del tendón en las poleas y causar adherencias que limitan la funcionalidad. Por ello, se ha analizado el caso de que el cirujano decida no hacer sutura epitendinosa. En ese caso, los resultados muestran que las tres técnicas dan unos valores de fuerza estadísticamente equivalentes para abrir el gap 1 y 2 mm. Por tanto, en el caso de que no se desee realizar una sutura epitendinosa, sugerimos que se puede usar cualquiera de las tres técnicas estudiadas, y que el cirujano debe seleccionar aquella con la que se encuentre más cómodo. Sin embargo, si se ha determinado a priori realizar una sutura epitendinosa sugerimos, en base a los resultados, que se realice la sutura con la técnica de Tsuge, ya que se obtendrá una sutura final más resistente que con las otras técnicas.

Por otro lado es sabido que los cirujanos tienden a realizar una determinada técnica, por su familiaridad con ella. Es por eso que hemos estudiado por separado cada técnica con y sin sutura epitendinosa. En esos casos, este estudio muestra que si el cirujano realiza la técnica de M-Tang, puede ahorrarse la realización de la sutura epitendinosa, ya que no aporta mayores valores de fuerza para la formación del gap. Para el caso de la McLarney los resultados no son concluyentes ya que la sutura no aporta mayores valores de fuerza para la formación del gap de 2 mm, aunque sí para el 1 mm. Por ello, no queda totalmente claro si se debe hacer la sutura epitendinosa cuando se usa McLarney. Sin embargo, si el cirujano opta por la técnica de Tsuge, los resultados sí que muestran que la realización de la sutura epitendinosa mejora el rendimiento de la sutura.

Este estudio posee varias limitaciones. En primer lugar ha sido realizado ex vivo, con lo que no se ha tenido en cuenta el efecto de la curación biológica. No obstante, si se comienza con una rehabilitación temprana la mejor sutura será aquella que más resista en los primeros instantes. Por otro lado, el número de muestras por cada caso ha sido algo bajo para que la potencia del estudio estadístico sea adecuada. Como línea futura se pretende incrementar el número de muestras. Por otra parte, en el futuro se podría ampliar este estudio analizando el efecto de deslizamiento (gliding) entre el tendón flexor digital profundo y la vaina sinovial por la que se desliza el tendón, al ser sometido a una reparación.

5. Conclusiones

Los resultados de este estudio recomiendan realizar la técnica de Tsuge con sutura epitendinosa continua entrelazada cuando se va a reparar el tendón flexor de la mano. En el caso de no realizar sutura epitendinosa, las tres técnicas analizadas dan lugar a una sutura de resistencia equivalente. Finalmente, si se ha decidido a priori usar M-Tang o McLarney recomendamos no usar la sutura epitendinosa.

6. Referencias

- [1] Kormpakis, I., Linderman, S.W., Thomopoulos, S., Gelberman, R.H., “Enhanced Zone II Flexor Tendon Repair through a New Half Hitch Loop Suture Configuration”, *PLoS One* 11(4), 1-10 (2016)
- [2] Rawson, S., Cartmell, S., Wong, J., “Suture techniques for tendon repair; a comparative review”, *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 3 (3), 220-228 (2013)
- [3] Strickland, J.W., “Development of flexor tendon surgery: twenty-five years of progress”, *J Hand Surg Am* 25(2), 214-235 (2000)
- [4] Amadio, P.C., “Friction of the gliding surface. Implications for tendon surgery and rehabilitation”, *J Hand Ther*, 18(2), 112-9 (2005)
- [5] Gill, R.S., Lim, B.H., Shattford, R.A. et al., “A comparative analysis of the six-strand double-loop flexor tendon repair and three other techniques: a human cadaveric study”, *J Hand Surg Am*, 24(6),1315-1322 (1999)
- [6] Maddox, G.E., Ludwig, J., Craig, E.R. et al., “Flexor tendon repair with a knotless, bidirectional barbed suture: an in vivo biomechanical analysis”, *J Hand Surg Am*, 40(5), 963-8 (2015)
- [7] Lee, H.I, Lee, J.S., Kim, T.H. et al, “Comparison of Flexor Tendon Suture Techniques Including 1 Using 10 Strands”, *J Hand Surg Am*, 40(7),1369-1376 (2015)