

Transferencias tendinosas en parálisis del nervio radial

Héctor Sastré Gómez,* Nicolás Sastré Ortiz**

RESUMEN

La parálisis producida por lesión del nervio radial se divide en alta y baja, según el nivel de la lesión. En parálisis alta, la muñeca está flexionada, los dedos flexionados en la articulación metacarpofalángica y el pulgar en aducción; todo lo anterior con imposibilidad de extensión. La parálisis baja preserva la extensión de la muñeca, pero presenta el resto de las alteraciones. La transferencia tendinosa es un procedimiento reconstructivo que se basa en transferir un tendón útil desde su sitio normal hasta el lugar afectado para suplir una función motora ausente. Si nos referimos a la parálisis del nervio radial, han existido múltiples transferencias, pero todos aceptan que la mejor para la extensión de la muñeca es a través de *pronator teres* hacia *extensor carpi radialis brevis*. En cuanto a la extensión de los dedos y la extensión-abducción del pulgar, nosotros utilizamos al *flexor carpi radialis* para todos los extensores de dedos y el *palmaris longus* para el *extensor pollicis longus*, redirigido en la dirección del *abductor pollicis longus*. Se hace una revisión crítica de las transferencias tendinosas que existen para parálisis radial y se presentan casos demostrativos.

Palabras clave: Transferencia tendinosa, transposición de tendón, parálisis radial.

Nivel de evidencia: III

Tendon transfers in radial palsy

ABSTRACT

Radial palsy is divided in high palsy and low palsy depending on the level of the injury. In high palsy, the wrist is flexed, and so are the fingers at the level of the metacarpophalangeal joints; there is inability to extend and abduct the thumb. In low palsy, all of these problems are present, with the exception of the wrist flexion. Tendon transfer is a reconstructive procedure that restores motion or balance to a hand with impaired function. It is based in the transfer of a functional tendon and its reattachment to another nonfunctioning tendon to substitute its action. There have been many transfers in radial palsy, but for wrist extension the use of pronator teres into the carpi radialis brevis is universally accepted. For restoring finger extension and thumb extension/abduction, we use the flexor carpi radialis for all the finger extensors, and the palmaris longus for the extensor pollicis longus, redirected toward the abductor pollicis longus. We present critical review of tendon transfers for radial palsy and representative cases.

Key words: Tendon transfer, tendon transposition, radial palsy.

Level of evidence: III

INTRODUCCIÓN

La transferencia tendinosa es un procedimiento reconstructivo que restaura el movimiento de una extremidad cuando ha perdido su función por una le-

sión irrecuperable de una unidad musculotendinosa, ya sea por la pérdida de la unidad misma o por la lesión de un nervio periférico. Este procedimiento se basa en utilizar un tendón útil transferido desde su sitio normal hacia el área afectada con la finalidad de

* Cirujano Plástico.

** Profesor Titular del Curso de Postgrado.

Hospital General de México.

Recibido para publicación: 10/02/2014. Aceptado: 04/03/2014.

Correspondencia: Dr. Héctor Sastré Gómez

Cerro Zempoala Núm. 43,

Coyoacán, 04240.

Cel: 04455-2129-8823. E-mail: h_sastre@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en:

<http://www.medigraphic.com/analesmedicos>

Abreviaturas:

FCU = Flexor carpi ulnaris

FCR = Flexor carpi radialis

PL = Palmaris longus

EPL = Extensor pollicis longus

BR = Brachioradialis

ECRL = Extensor carpi radialis longus

ECRB = Extensor carpi radialis brevis

EDC = Extensor digitorum communis

ECU = Extensor carpi ulnaris

EDM = Extensor digiti quinti

APL = Abductor pollicis longus

EPB = Extensor pollicis brevis

EDP = Extensor indicis proprius

otorgarle la función que tiene perdida. Una transferencia se diferencia de un injerto tendinoso, ya que la primera tiene una unidad musculotendinosa mantenida en su inserción y, como una unidad motora, tiene intacto su pedículo vasculonervioso. Sin duda, la situación más frecuente para usar este procedimiento es la lesión de un nervio periférico.

La sección de un nervio periférico mayor del miembro torácico es una situación clínica devastadora para el paciente, por la pérdida del movimiento y de la sensibilidad, lo que ocasiona un deterioro severo en la función de la extremidad.

La pérdida de la función, específicamente del nervio radial, produce en la mano una invalidez significativa. El paciente no puede extender los dedos y por lo tanto tiene una gran dificultad para asir objetos, aunque quizá sea más importante la pérdida de la extensión activa de la muñeca, que sustrae al paciente la ventaja mecánica de la estabilidad que dicha extensión proporciona para tomar los objetos y hacer la prensión con fuerza.¹ El objetivo del presente artículo es hacer una revisión crítica de las transferencias tendinosas que existen para solucionar la pérdida de función de la musculatura inervada por el nervio radial, y presentar casos demostrativos.

HISTORIA

Las transferencias tendinosas para restaurar la función en la parálisis radial están entre las mejores y más predecibles de todas las realizadas en la extremidad torácica. El desarrollo de estos procedimientos quirúrgicos se llevó a cabo durante las dos guerras mundiales. Sir Robert Jones es considerado el mayor innovador de estas técnicas, y todos los artículos publicados tras la Primera Guerra Mundial reconocen su contribución fundamental.²

Está claro que Jones abogaba por transferir los dos flexores potentes de la muñeca, *flexor carpi ulnaris* (FCU) y *flexor carpi radialis* (FCR), una práctica aparentemente no cuestionada por la mayor parte de sus contemporáneos. Pero los mayores desacuerdos al paso del tiempo giran en torno al método óptimo para restablecer la extensión de los dedos y la extensión y abducción del pulgar.

En 1949 Scuderi³ utilizó el *palmaris longus* (PL) como transferencia para el *extensor pollicis longus* (EPL), basado en el principio de que la función es mejor cuando la transferencia está hecha para un solo tendón, mientras que en 1921 Jones usaba el *flexor carpi radialis* para cuatro tendones con funciones diferentes.

A pesar de lo antiguo de los procedimientos de transferencia tendinosa, en la actualidad se utilizan en menor medida porque, en general, se obtienen mejores resultados con los procedimientos microquirúrgicos de reparaciones nerviosas.

INDICACIONES

Existen tres indicaciones generales para las transferencias tendinosas:

- A) Cuando se requiere restaurar la función de un músculo paralizado a consecuencia de una lesión nerviosa irrecuperable.
- B) En la restauración de la función después de una lesión tendinosa cerrada o por arrancamiento de su inserción ósea.
- C) Para restaurar el balance muscular de una mano lesionada neurológicamente.

La primera es, con mucho, la causa más frecuente, y será indicación absoluta siempre que la reparación nerviosa no haya restaurado la función motora.⁴

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS TRANSFERENCIAS TENDINOSAS

Son siete los principios ideales que siempre se deberá tener en cuenta en el momento de la planeación quirúrgica de una transferencia:

- 1. Equilibrio tisular.
- 2. Movilidad articular pasiva.
- 3. Adecuada amplitud del músculo a transferir.
- 4. Adecuada excursión del músculo a transferir.
- 5. Línea directa de tracción del músculo.
- 6. Una sola función para cada músculo a transferir.
- 7. Sinergismo de movimiento en la transferencia.

A todo esto tenemos que agregar que el paciente debe tener información extensa sobre los alcances y limitaciones de la cirugía, y contar con su consentimiento.

El equilibrio tisular se refiere al estado de los tejidos por los cuales desliza el tendón transferido, que deben estar libres de edema y fibrosis. También debemos observar que la zona a la que se le hará la transferencia tenga adecuada sensibilidad. Igualmente, las articulaciones tienen que estar sanas y con movimiento pasivo normal. Si hubo fracturas, éstas deben estar consolidadas o fijadas por sistemas de osteosíntesis interna.

El poder del músculo a transferir debe ser adecuado para mover la articulación en la forma más parecida posible a como lo hacía el músculo paralizado, por lo que tiene gran importancia la amplitud de deslizamiento del músculo transferido, el ángulo de aplicación de la fuerza y el sitio de implantación del tendón. El músculo debe ser dispensable, esto es, que su movimiento sea suplido por otra unidad motora. Mientras más directa sea la tracción, mejor. Por lo anterior, no se recomienda utilizar músculos que hubieran sufrido parálisis y se hubieran recuperado, ni músculos que sufran otro tipo de problemas.⁵

Lo ideal es que el músculo transferido tenga una sola función. Se debe escoger un músculo sinérgico, es decir, la flexión de la muñeca es sinérgica con la extensión de los dedos, y se puede utilizar un flexor de la muñeca para extensor de los dedos, lo cual facilita el proceso de rehabilitación al integrar a nivel cortical el nuevo movimiento.⁶⁻⁸

En el nervio radial en particular, una buena parte de las lesiones son debidas a traumatismos del brazo, con fracturas del tercio medio de húmero y lesión del nervio a nivel del canal de torsión, aunque también se observa como etiología la sección por arma punzocortante.

El paciente con parálisis del nervio radial tiene los problemas de incapacidad siguientes: para extender la muñeca, para extender las articulaciones metacarpofalángicas, para abducir y extender el pulgar, y para tomar los objetos con fuerza debido a la ineptitud para estabilizar la muñeca, lo que resulta en deficiente fuerza en la flexión de los dedos.

Por estas razones, las transferencias tendinosas deben ir encaminadas primordialmente a extender la muñeca, con lo cual se estabiliza y permite funcionar a los flexores con fuerza. Como segundo objetivo, pero no menos importante, está el extender los dedos a nivel metacarpofalángico y abducir y extender el pulgar.

ANATOMÍA

El nervio radial inerva a los músculos de una manera regular, lo que hace predecible el sitio de lesión. Para fines prácticos de interés al tema, el orden de inervación después de que el nervio radial transita por el canal de torsión es el siguiente:

Brachioradialis (BR), *extensor carpi radialis longus* (ECRL), *supinator*, *extensor carpi radialis bre-*

vis (ECRB), *extensor digitorum communis* (EDC), *extensor carpi ulnaris* (ECU), *extensor digiti quinti* (EDM), *abductor pollicis longus* (APL), *extensor pollicis longus* (EPL), *extensor pollicis brevis* (EPB) y *extensor indicis proprius* (EDP).

Es obligado que el cirujano realice la importante distinción entre parálisis alta del nervio radial y parálisis del nervio interóseo posterior, también llamada parálisis baja. El nervio radial, a la salida del canal de torsión del húmero, inerva el BR y el ECRL antes de su división en sus ramas terminales, el nervio interóseo posterior, que es motor, y las ramas superficiales sensitivas. Existe la variable si antes o después de su división inerva el supinator. Para fines prácticos, después de revisar la anatomía podemos entender que una parálisis alta es aquella que deja sin inervación todos los músculos inervados por el radial, y esto nos presenta una mano en flexión, con incapacidad para la extensión de la muñeca; además, la muñeca estará en pronación completa, las articulaciones metacarpofalángicas en flexión y el pulgar en flexión y aducción (*Figuras 1 A y B, 2 A y B*). La parálisis baja es cuando la lesión sucede distal a la inervación del BR y del ECRL, de tal manera que esta preservada la función de extensión y supinación de la muñeca. Con esto, la mano se observa con flexión de las metacarpofalángicas, flexión y aducción del pulgar. Saber esto nos permite orientar nuestras transposiciones tendinosas.

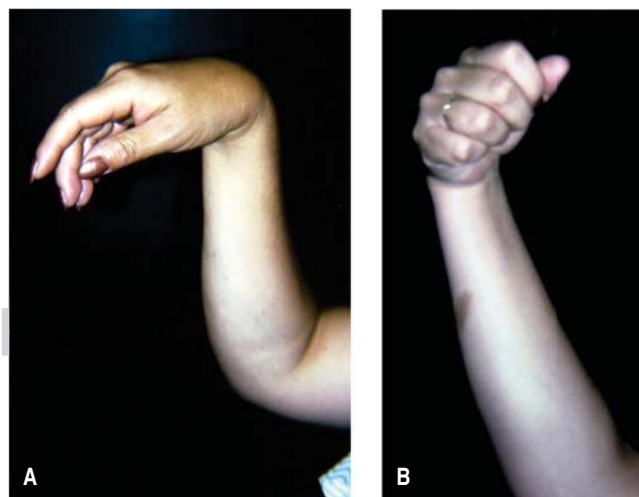


Figura 1A. Parálisis radial alta posterior a una fractura del tercio medio del brazo. Imposibilidad para extensión de la muñeca y los dedos, así como abducción del pulgar, y **1B.** Flexión difícil de los dedos que no permite una prensión con fuerza.

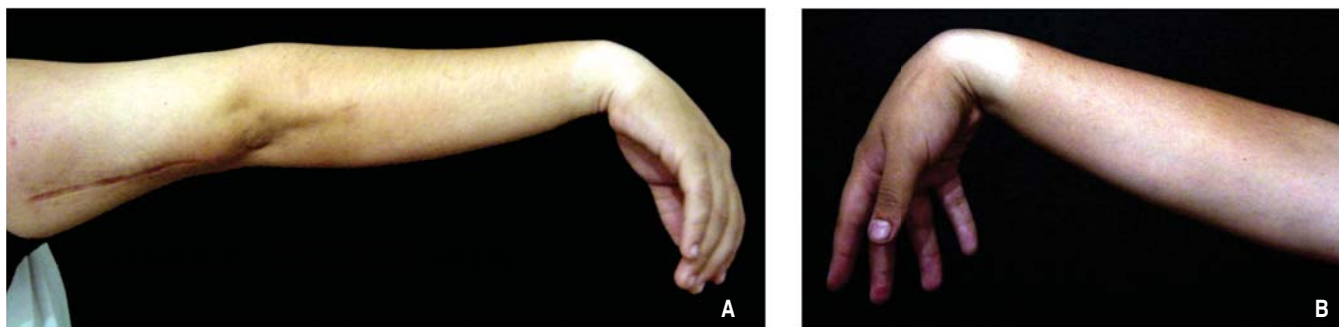


Figura 2 A y B. Paciente con secuela de una fractura del tercio medio del húmero y cirugía de osteosíntesis. Imposibilidad para extensión de la muñeca y los dedos, así como abducción del pulgar.

REPARACIÓN O INJERTO NERVIOSO VERSUS TRANSFERENCIAS TENDINOSAS

La primera decisión a tomar en un paciente con parálisis del nervio radial establecida está entre intentar una reparación tardía del nervio o restaurar la pérdida de función con transferencias tendinosas. Obviamente, el tiempo que transcurre desde la lesión es un factor vital, pero la reparación tardía del nervio radial puede producir resultados razonablemente buenos, al menos en parte, porque el nervio es principalmente motor y a menudo la reparación está cerca del lugar de la lesión.^{8,9}

ELECCIÓN DEL MOMENTO PARA LA TRANSFERENCIA TENDINOSA

El momento adecuado para realizar las transferencias para una parálisis de nervio radial es objeto de cierta controversia. Como se ha señalado anteriormente, varios autores abogan por realizar sólo una transferencia limitada PT a ECRB inmediatamente después de reparar una lesión alta del nervio radial, para que actúe como una férula interna y también para suplementar cualquier mejoría que exista en los músculos extensores reinervados. Se señala que es aconsejable realizar precozmente todo el componente de la transferencia tendinosa cuando existe un pronóstico dudoso o malo de la reparación nerviosa, pero si existe un defecto nervioso de más de 4 cm, o si existe una herida grande, una zona cicatrizada importante o una pérdida cutánea sobre el nervio, se recomienda ignorar dicho nervio y proceder directamente a realizar las transferencias tendinosas.^{5,8}

MÉTODOS

Después de que ha pasado mucho tiempo desde las primeras transferencias tendinosas en la parálisis ra-

dial, parece existir un consenso en que el mejor motor para extender la muñeca es el tendón del *pronator teres* (PT) conectado al *extensor carpi radialis brevis* o al *extensor carpi radialis longus*, o para ambos *extensor carpi radialis*.¹⁰

Las diferencias de opinión están sobre qué tendones flexores se transfieren para dar movimiento al extensor de los dedos y abducción del pulgar. Nosotros preferimos el diseño de transposiciones que proclama Brand.^{11,12}

Estas transposiciones se basan en lo siguiente: PT a ECRB; FCR a EDC; PL a EPL redirigido.

La transferencia de PT a ECRB se realiza por una incisión que se inicia en el borde radial en tercio medio sobre la superficie palmar dirigida hacia el dorso del antebrazo en la zona de donde cursan los extensores de la muñeca, proximal al ligamento anular. Se accede al tendón, el cual se disea y se levanta con una tira de 3-4 cm de periostio, lo que le da longitud. Se procede a movilizar el músculo y el tendón del *pronator teres* subcutáneamente alrededor del borde radial del antebrazo, para ser insertado en el *extensor carpi radialis brevis* distal a la unión miotendinosa. Para esto, se debe tener cuidado de sacar el PT de la situación profunda con respecto al BR y rodearlo para pasar superficial a éste.

Se realiza una incisión transversal en el pliegue de la muñeca, en la superficie volar, y se accede al FCR y el PL; se identifican ambos tendones, se seccionan cerca de sus inserciones y se liberan y exteriorizan por otra incisión transversal hasta la mitad del antebrazo para permitir redireccionar ambos tendones a sus nuevas inserciones. Se realiza una segunda incisión en greca longitudinal en el dorso, que se extiende desde el borde distal del retináculo dorsal hasta la mitad del antebrazo. Se pasa el FCR alrededor del borde radial del antebrazo a través de un túnel subcutáneo,

que se crea con un instrumento romo que pueda formar planos tisulares con menor resistencia al paso de los tendones. Los tendones extensores de los dedos se identifican y traccionan para comprobar la correcta tensión al mantenerlos en extensión de la articulación metacarpofalángica. La sutura entre el FCR y el EDC puede realizarse dejando el EDC en continuidad o seccionando éstos para cambiar su ruta a superficiales al ligamento, donde encontrarán el tendón del FCR en una línea lo más recta posible. Brand recomienda que antes de seccionar los tendones del EDC sean unidos entre sí para mantener un correcto equilibrio de la tensión entre los tendones, lo que también ayuda a que pueda realizarse una sutura término-terminal formal entre el FCR y el EDC. Para evitar el problema de tener múltiples cabos tendinosos expuestos, sugiere enterrar cada extremo terminal del tendón.

En caso de que el cambio de dirección haya situado alguna conexión bajo tensión, los tendones serán nuevamente probados para comprobar una tracción efectiva en las articulaciones metacarpofalángicas. Brand también aconseja que se pueden dejar los dos tendones centrales (3.º y 4.º) largos para unirlos al FCR, suturando los otros dos (2.º y 5.º) a sus vecinos más distalmente. La sutura tendinosa se realiza pasando los tendones que se dejan largos de EDC a través de dos cortes en el FCR y enterrando sus extremos en un segundo corte. Con los tendones que se dejan largos, debe tenerse cuidado de asegurar una tensión adecuada, y lo mismo en cada uno de los dos

tendones que se unen a ellos. Se recomienda suturar los tendones con la muñeca en posición neutra, las articulaciones metacarpofalángicas en extensión y el tendón del FCR bajo máxima tensión.

Finalmente, por la misma incisión se disecciona el EPL, se secciona y se extrae distalmente de su corredera por una incisión transversal a la mitad del primer metacarpiano; se cambia su ruta por un canal realizado con instrumento romo a plano subcutáneo sobre la primera corredera y se sutura al PL. Con esta nueva ruta se logra también abducción del primer rayo y mantener buena apertura del primer espacio.

La cirugía termina colocando un vendaje muy acolchonado, suavemente compresivo, y una férula con la muñeca en extensión, las articulaciones metacarpofalángicas en extensión y el pulgar en abducción y extensión. Esta férula se retira a las cuatro semanas, en que se inician movimientos activos, pero se deja la férula por dos semanas más en forma nocturna y protectora (*Figuras 3 A y B, 4 A y B*).

Cuando se trata de una parálisis baja en la cual se tiene buena extensión de la muñeca, se utilizan las transferencias de la misma manera, con excepción de que no se hace la transferencia del *pronator teres*. En ese caso, las incisiones son más pequeñas y se llevan a cabo igual los pasos para unir FCR a EDC y PL a EPL (*Figuras 5 A y B*).

DISCUSIÓN

Es importante que el cirujano conozca las fuerzas relativas de los músculos del antebrazo para seleccionar un motor adecuado. Brand ha anotado que la



Figura 3A. Mismo caso de la figura 1; se aprecia extensión completa de la muñeca, los dedos y el pulgar, y **3B.** Extensión completa de la muñeca y flexión de los dedos con fuerza.

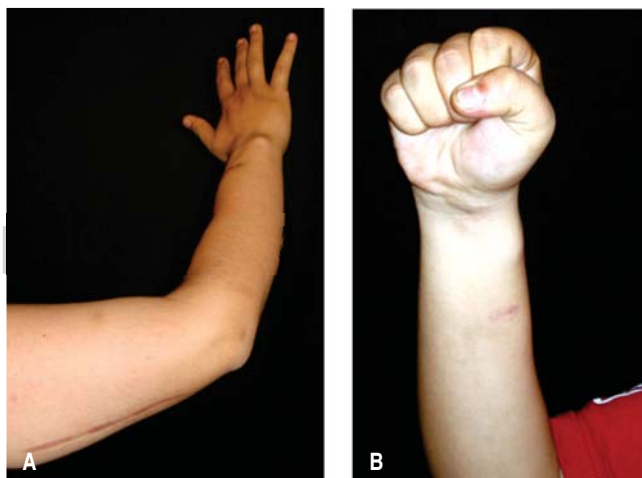


Figura 4A. Se aprecia extensión completa de la muñeca y **4B.** Flexión del puño con fuerza.

capacidad de trabajo de un músculo está en relación con su volumen, y que su recorrido está relacionado con la longitud de sus fibras.¹³ El tendón elegido como donante para la transferencia debe ser lo suficientemente fuerte como para realizar su nueva función en una nueva posición alterada.¹⁴

Boyes⁷ sugirió el uso de los siguientes valores para propósitos prácticos:

Flexores y extensores de muñeca: 33 mm.
Extensores de dedos y largo del pulgar: 50 mm.
Flexores de los dedos: 70 mm.

Estos números tienen un significado importante, ya que parece imposible que un flexor de la muñeca, cuyo recorrido es de 30 mm, sustituya completamente a un extensor de dedos, que requiere una amplitud de 50 mm. Aunque la verdadera amplitud del recorrido tendinoso no se puede incrementar, podemos realizar dos cosas para aumentar su amplitud efectiva. Primero, un músculo puede ser convertido de monoarticular en biarticular o multiarticular por medio de la utilización eficaz del efecto natural de la tenodesis. Por ejemplo, cuando un FCU o un FCR son transferidos al EDC, es convertido en un músculo multiarticular y la amplitud efectiva del tendón queda aumentada significativamente por la flexión volar activa de la muñeca, con lo que se permitirá al

flexor de la muñeca transferido extender los dedos completamente. El segundo factor se refiere a que puede incrementarse la amplitud con una disección amplia del músculo de todas las inserciones faciales que lo rodean. Esto es particularmente recomendado por Tubiana para la transferencia del FCU por su excursión y su volumen.¹⁵

Aunque existen varias posibles combinaciones de transferencias para la parálisis radial, es seguro decir que hay tres conjuntos de ellas consideradas actualmente como las alternativas más razonables. En forma universal se reconoce que el *pronator teres* es el mejor motor para la extensión de la muñeca si se utiliza unido al *extensor carpi radialis brevis*, el cual tracciona la muñeca desde el centro de su eje, y con eso se tiene menor desviación radial. También con esto se le otorga la fuerza a la mano para hacer una excelente prensión (*Figura 4B*). Se trata entonces de decidir cómo darle extensión a los dedos, con *flexor carpi ulnaris*, con *flexor carpi radialis* o con *flexor sublimis*.

El FCU es la transferencia que primero se concibió y ha soportado la prueba del tiempo, porque aún el día de hoy es utilizada;^{15,16} sin embargo, se sacrifica el flexor más potente de la muñeca, lo que le resta fuerza en las prensiones y lleva a la muñeca a una desviación radial. Lo anterior la coloca como un procedimiento que no debe ser usado en la parálisis del interóseo posterior porque se perdería toda la fuerza cubital, y la nueva fuerza de los extensores y la de los flexores de la muñeca quedaría del lado radial, lo que llevaría a una desviación radial importante.

Nosotros consideramos, por estas razones, que el *flexor carpi ulnaris* no debe emplearse, porque es un músculo dispensable que, como unidad motora, le otorga flexión a la muñeca y la ligera desviación cubital que permite la estabilidad de la muñeca y la toma adecuada de los objetos con fuerza.

En la transferencia del FDS popularizada por Boyes,^{7,8,17} se transfieren los tendones de la siguiente manera: PT a ECRL y ECRB; FDS III a EDC; FDS IV a EIP y EPL; y FCR a APL y EPB. Como se aprecia, se utiliza también el FCR. Los tendones flexores superficiales del tercer y cuarto dedos se liberan y se trasladan dorsalmente a través de ventanas de 1 x 2 cm en la membrana interósea, con el cuidado de proteger los vasos interóseos. Pasar los músculos a través del espacio interóseo minimiza las adherencias, pero puede precisar unas aperturas mayores que las recomendadas en la membrana interósea; a pesar de ello, este procedimiento es de primera elección cuando está ausente el *palmaris longus*. Este grupo de transferen-

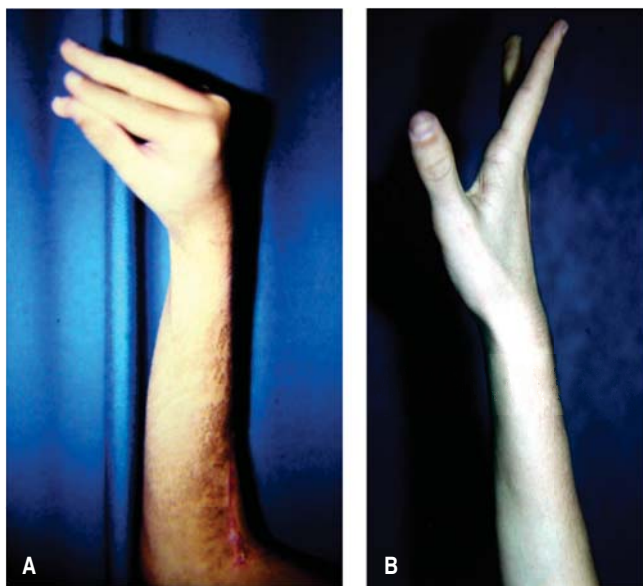


Figura 5A. Parálisis baja; se aprecia extensión de la muñeca pero imposibilidad de extensión de los dedos y abducción del pulgar, y **5B.** Extensión y abducción del pulgar completas.

cias es efectiva, pero mayormente exigente de tiempo, porque requiere de un mayor número de pasos quirúrgicos y un ajuste más preciso de los FDS III y IV.

Por todas las razones anteriores, nosotros nos quedamos con la transferencia del FCR y PL para la extensión de los dedos y la abducción y extensión del pulgar. La cirugía es considerablemente más fácil que el conjunto de transferencias de FCU y mucho más que las transposiciones de FDS. Tiene la ventaja principal de dejar el FCU en su importante posición como primer estabilizador cubital de la muñeca.

CONCLUSIONES

Es importante entender los objetivos de la reconstrucción, así como comprender las expectativas, deseos y necesidades del paciente en la mejoría de la posición incapacitante, de la fuerza y coordinación funcional para la rehabilitación.

Si después de la reconstrucción del nervio radial no se obtiene un adecuado resultado, esto puede ser desastroso para el paciente.

Las transferencias de PT para ECRB, FCR para EDC y PL para EPL redirigido son sencillas y muy efectivas.

Hay que recordar que las transferencias tendinosas ocupan el penúltimo lugar en la escala reconstructiva, pero en caso de la parálisis radial, se convierten en la mejor opción.

BIBLIOGRAFÍA

- Green DP. Radial nerve palsy. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC et al. Green's Operative Hand Surgery. 4th ed. Vol. 2. New York: Churchill Livingstone; 1999. pp. 1481-1496.
- Jones R. Tendon transplantation in cases of musculoskeletal injuries not amenable to suture. Am J Surg. 1921; 35: 333-335.
- Scuderi C. Tendon transfers for irreparable radial nerve paralysis. Surg Gynecol Obstet. 1949; 88: 643-651.
- Douglas M, Kevin C. Tendon transfers. Part I. Principles of transfer and transfers for radial nerve palsy. Plast Reconstr Surg. 2009; 123: 169-177.
- Jones NF, Emerson ET. Ch. 113: Tendon transfer. In: Achauer BM, Roussell RV et al. Plastic surgery: indications, operations and outcomes. St. Louis: Mosby; 2000. pp. 1995-2016.
- Little JW. Restoration of power and stability in the partially paralyzed hand. In: Converse JM ed. Reconstructive plastic surgery. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1977. pp. 3266-3280.
- Boyes JH. Selection of a donor muscle for tendon transfer. Bull Hosp Joint Dis. 1962; 23: 1-4.
- Jones NF, Khiabani KT. Tendon transfer in the upper limb. In: Mathes SJ, Hentz VR et al. Plastic surgery. 2nd ed. Vol. VIII. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006. pp. 453-488.
- Richards RR. Tendon transfers for failed nerve reconstruction. Clin Plast Surg. 2003; 30: 223-246.
- Abrams GD, Ward SR, Friden J, Lieber RL. *Pronator teres* is an appropriate donor muscle for restoration of wrist and thumb extension. J Hand Surg. 2005; 30: 1068-1073.
- Brand PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE et al. Hand Surgery. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1975. pp. 189-200.
- Brand PW. Tendon transfer reconstruction for radial, ulnar, median, and combinations paralyses. In: McCarthy JG, May JW, Little JW et al. Plastic Surgery. Philadelphia: WB. Saunders; 1990. pp. 4923-4965.
- Brand PW, Beach RB, Thompson DE. Relative tension and potential excursion of muscle in the forearm and hand. J Hand Surg. 1981; 6: 209-219.
- Lieber RL, Jacobson MD, Fazeli BM, Abrams RA, Botte MI. Architecture of selected muscles of the arm and forearm: Anatomy and implications for tendon transfer. J Hand Surg. 1992; 17 A: 787-798.
- Tubiana R. Problems and solutions in palliative tendon transfer surgery for radial nerve palsy. Tech Hand Upper Extremity Surg. 2002; 6: 104-113.
- Goushen J, Arasteh E. Transfer of a single *flexor carpi ulnaris* tendon for treatment of radial nerve palsy. J Hand Surg. 2006; 31 B: 542-546.
- Chuinard RG, Boyes JH, Stark HH, Ashworth CR. Tendon transfers for radial nerve palsy: use of *superficialis* tendons for digital extension. J Hand Surg. 1978; 3A: 560-570.