

Transferencias tendinosas en lesiones del nervio radial con la técnica de Brand modificada.

Descripción de la técnica quirúrgica y los resultados.

Enero de 1997 – julio de 2003. Hospital Militar Central.

Dr. Luis Felipe Náquira Escobar*, Dr. Fabio Suárez Romero**, Dr. Sergio Bocanegra Navia***, Dr. Álvaro García***

* Residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología Universidad Militar Nueva Granada.

** Ortopedista, Jefe Servicio de Ortopedia y Traumatología, Coordinador Postgrado de Ortopedia y Traumatología, Cirujano de mano y miembro superior Hospital Militar Central.

*** Ortopedista, Cirujano de mano y miembro superior Hospital Militar Central.

Correspondencia:

lnaquira@yahoo.com

Resumen

Estudio observacional prospectivo tipo serie de casos realizado entre enero de 1997 y julio de 2003 en el Hospital Militar Central, fueron tratados 108 pacientes con lesión irreversible del nervio radial de etiología diversa, con un seguimiento promedio de 53 meses. Se evaluaron función, retorno a las actividades diarias y complicaciones asociadas. Se encontraron como complicaciones: Una ruptura tendinosa que requirió tenorrafia, y un paciente que presentó un síndrome doloroso regional complejo. El 93% de los pacientes regresaron a sus actividades diarias acorde a evaluación con cuestionario DASH. El 98% de los casos recuperaron la función perdida de extensión de la muñeca, de los dedos, y la actitud del pulgar para el agarre. Los resultados obtenidos demuestran que la transferencia de Brand modificada es un excelente método para recuperar la función de la mano en la lesión severa del nervio radial.

Palabras clave: Transferencia tendinosa, lesión nervio radial, Brand.

Abstract

This is a prospective observational case series study performed at the "Hospital Militar Central (Bogotá, Colombia) between January 1997 and July 2003 where we treated 108 patients with radial nerve palsy from multiple etiologies. We had an average 53 months follow up of these patients; we recorded their hand function, return time to the activities of daily living and complications using the DASH system: 93% of the patients returned to daily living activities; 98% recovered hand functions with active fingers and wrist extension and thumb positioned for good grip.

Results obtained showed that Brand's modified system of tendons transfer is an excellent method to treat radial nerve palsy in our hospital.

Key Words: Tendon transfer, radial nerve lesion, Brand.

Introducción

Una de las principales causas de lesión de nervio radial es la fractura de húmero¹. Se han descrito durante la reducción, la osteosíntesis o el retiro de los implantes, desde paresias hasta parálisis completas del nervio radial^{1,2,3}. Si al examen neurológico detallado, no hay signos de reinervación y persisten signos de lesión de este nervio acompañados de estudios como la electromiografía que confirmen los hallazgos, estamos de acuerdo con Schink que se indica realizar una transferencia tendinosa⁴. La meta de realizar la transferencia tendinosa es lograr: extensión de la muñeca, extensión de los dedos, combinar extensión y abducción del pulgar y por último estabilizar las articulaciones del pulgar.

Para poder lograr estas metas es importante utilizar músculos que puedan realizar esta función y que además sean

inervados por el nervio cubital o mediano. El desarrollo de las técnicas quirúrgicas se basa en el trabajo de Bilx, en relación a la longitud y tensión de cada uno de los músculos⁵.

La primera transferencia tendinosa basada en esta teoría fue descrita por Weitz^{6,7,8}, quien reportó el uso del flexor carpi ulnaris (FCU) para producir extensión de la muñeca⁹, Henry¹⁰ prefirió usar el flexor carpi radialis con el mismo propósito (FCR), alternativamente Murphy dió extensión a los dedos con el mismo músculo¹¹. Biesalsky y Mayer¹² usaron flexor digitorum superficialis (FDS). Perthes^{13,14} adicionó una tenodesis de la muñeca, ayudando a la estabilización de la misma, los resultados mostraron mejor función pero una pérdida del arco de movimiento, pero los resultados a largo plazo no fueron favorables¹⁵. Jones¹⁶ realizó la transferencia del pronator teres

(PT) para la extensión de la muñeca, luego utilizó el FCU para la extensión del 3° y 4° dedos y FCR para la extensión del pulgar y del índice¹⁷. Penell¹⁸ realizó los primeros intentos por utilizar el palmaris longus (PL). Starr¹⁹ uso el PT para la extensión del pulgar y el FCR para la extensión de los dedos II al IV.

Los métodos de transferencia tendinosas para propósitos de reconstrucción han sido internacionalmente aceptados²⁰. Bunnell²¹ llamó a esta cirugía una operación de balance muscular. En la literatura hay reportes de la utilización de transferencias tendinosas para las lesiones irreversibles del nervio radial, debido a sus propiedades biomecánicas y a que la técnica quirúrgica es sencilla y nos permite recuperar la función de la mano^{22,23,24,25,26}. Por este motivo decidimos realizar este estudio para describir, mostrar nuestros resultados y compararlos con los de la literatura mundial, descritos con otras técnicas quirúrgicas, y así determinar las ventajas y desventajas de nuestra técnica.

Materiales y métodos

El presente es un estudio descriptivo, prospectivo, tipo serie de casos, entre enero de 1997 y Julio de 2003, en el servicio de cirugía de mano, del Hospital Militar Central de la ciudad de Bogotá. Todos los pacientes con diagnóstico de lesión irreversible del nervio radial secundario a cualquier etiología, tratados con transferencias tendinosas de Brand modificada en el Hospital Militar Central entre enero de 1997 y Julio de 2003.

Se incluyeron pacientes con lesión del nervio radial irreversible confirmada electromiográfica y clínicamente, con un seguimiento mínimo de seis meses y con una valoración funcional de su mano en el seguimiento con las tablas D.A.S.H²⁷. (Figura 1)



Figura 1 Paciente de 24 años, lesión alta nervio radial

Se excluyeron del estudio los pacientes que no cumplían los criterios de inclusión o que no tenían al menos seis meses de seguimiento.

Se realizó revisión de los pacientes y de la historia clínica, con énfasis en la evaluación de las complicaciones, la evolución posquirúrgica de la función de la mano y adicionalmente se realizó revisión del tiempo quirúrgico, cantidad de sangrado intraoperatorio y tendones utilizados en las transferencias tendinosas, además del resto de variables.

La medición de la función de la mano se realizó por lo menos por dos de los investigadores. Se utilizó la medición por el cuestionario DASH²⁷.

Este cuestionario fue llenado por cada uno de los pacientes en el seguimiento final.

Técnica quirúrgica²⁸: Bajo anestesia general, o bloqueo del miembro superior, con el paciente en decúbito supino, con torniquete en el brazo inflado, sobre una mesa auxiliar de mano, se procede a realizar incisiones en piel como muestra la figura 2, un abordaje en la región palmar distal del antebrazo en L de 5 cm., un abordaje en la región proximal en el borde interno del antebrazo de 6 cm. y otra incisión en la región dorsal del tercio distal de antebrazo dorsal de 4 cm.

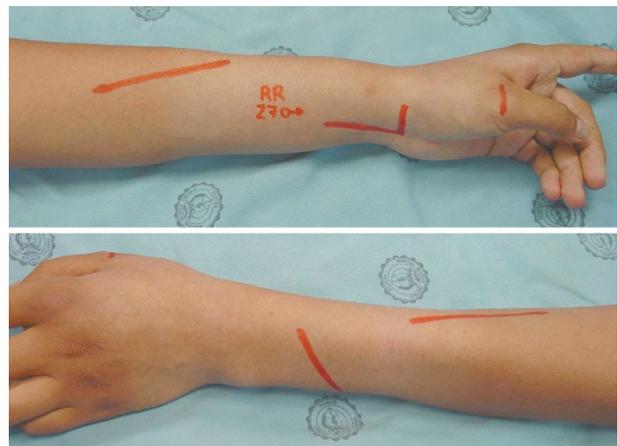


Figura 2 Incisiones para transferencia tendinosas

Se comienza por la incisión en la región proximal del antebrazo en la cara interna, realizando disección por planos identificando el pronator teres se disecciona este con un porción del periostio de 2 cm., por la misma incisión se identifica y se disecciona el Extensor carpi radialis brevis Figura 3.

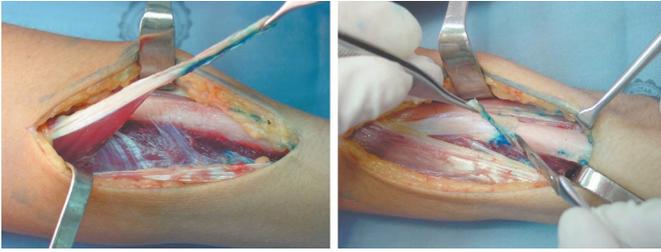


Figura 3 Preparación Pronator Teres



Figura 4 Toma del tendón Flexor Carpi Radialis

Se realiza incisión en la región dorsal longitudinal de 1 cm en la articulación interfalángica se identifica el Extensor Pollicis longus y su unión miotendinosa y se practica tenotomía en este sitio. Figura 5.



Figura 5 Toma del Extensor Pollicis Longus.

En la incisión dorsal del antebrazo distal se identifican los tendones del 2,3,4,5 dedos del extensor digitorum communis Figura 6.

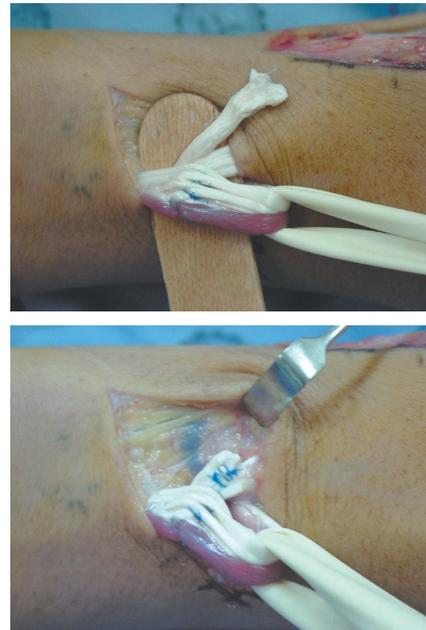


Figura 6 Transferencias FCR al EDC.

Se realiza tenorrafia con prolene 4-0 y reforzamiento con prolene 6-0 continua cruzada con técnica de Pulvertafft el PT al ECRB con la muñeca en extensión de 30 grados. Figura 7.

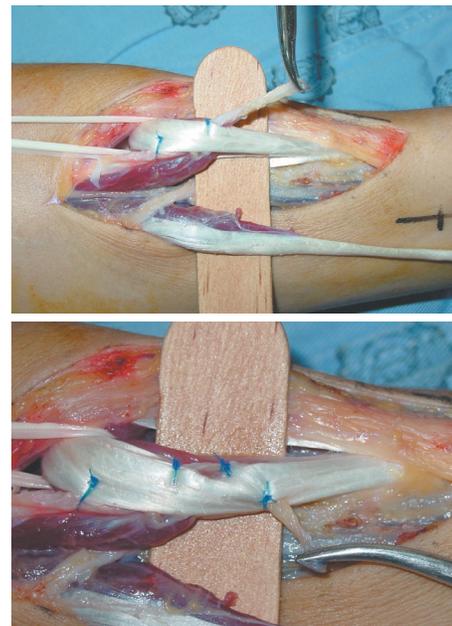


Figura 7 Transferencia PT a ECRB

Luego se realiza lo mismo con FCR al EDC con la metacarpofalángicas y los dedos en extensión. Figura 6.

Posteriormente se reenruta subcutáneo el ELP confeccionando un polea con el tejido subcutáneo y la piel a nivel de la base del pulgar para realizar la tenorrafia del PL al EPL, se debe suturar con la muñeca en neutro. Figura 8.



Figura 8 Transferencia EPL a PL.

En caso tal de que el paciente no tenga PL se puede realizar una incisión en la zona 2 de flexores en Z del 4 dedo y se obtiene el FDS del 4 dedo para tenodesarlo al EPL.

Se deja al finalizar una férula con extensión de los dedos, la muñeca en extensión de 30 grados y el pulgar en abducción y extensión por unas 6 semanas y luego se empieza fisioterapia. Figura 9



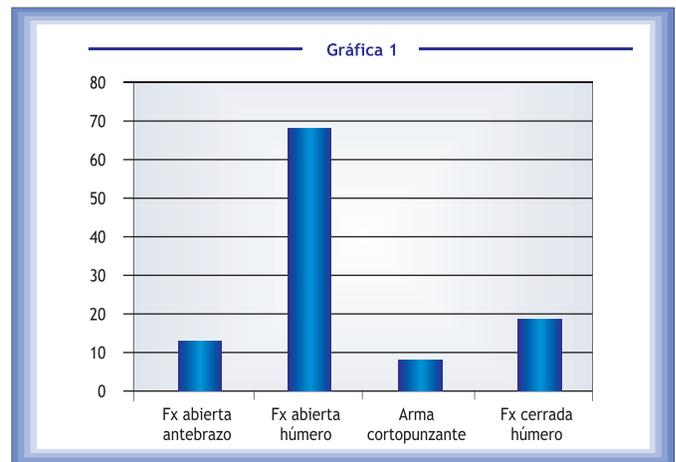
Figura 9 Inmovilización final

Resultados

En el estudio fueron evaluadas 108 transferencias tendinosas en 108 pacientes. Todos cumplieron con los criterios de inclusión.

De los 108 pacientes, 104 (96.3 %) fueron hombres y 4 (3.7%) mujeres. La edad promedio fue de 26.6 años con variaciones entre 19 y 55 años.

En cuanto al tipo de lesión, se encontraron: fracturas abiertas en húmero: 68 (62.9%) fracturas abiertas en el antebrazo 14 (12.9%), fracturas cerradas de húmero 18 (16.8%), heridas por objetos corto punzantes 8 (7.4%). De todas las fracturas abiertas, 78 fueron causadas por heridas por arma de fuego (72.2%) (Grafico 1).



Gráfica 1 Etiología Lesión Nervio Radial

El tiempo promedio entre la lesión y la realización de las transferencias tendinosas fue de 10 meses (9 meses y 20 meses). A 18 (16.7%) pacientes se les encontró lesión baja del nervio radial y a 90 (83.3%) se les encontró una lesión alta del nervio radial.

En relación a los tendones utilizados en las transferencias, FCR se utilizó en 108 pacientes (100 %), FDS del 4to en 14 pacientes (12.9 %), PL en 94 pacientes (87 %) y PT en 90 pacientes (83,3 %).

El seguimiento promedio de estos pacientes fue de 53 meses (4 meses y 84 meses).

La función de estos pacientes se encontró restaurada para las funciones de la vida diaria en 98 %, en funciones manuales de precisión y de fuerza se recuperó en 95 % de los pacientes. En cuanto a la extensión de muñeca y dedos se evidenció excelente en 89 % Buena en 7 % y ninguna fue aceptable o mala. Como complicaciones 2 pacientes presentaron infecciones superficiales de la herida quirúrgica, fueron

manejados con antibióticos orales y mejoraron, 2 pacientes presentaron ruptura tendinosa, un paciente del EPL al mes de postoperatorio, que se atribuyó al hecho de que no siguió el plan de terapia física y ocupacional recomendado y en otro paciente con ruptura del PT que se evidenció muy mala calidad del periostio, 2 pacientes presentaron sintomatología de síndrome Doloroso Regional Complejo que fue manejada por Fisiatría y Clínica de Dolor.

Discusión

La principal causa de lesión del nervio radial, es la fractura del húmero, en nuestro estudio y por el tipo de pacientes que son atendidos en nuestra institución, se encontró que la fractura del húmero como principal causa de lesión irreversible del nervio radial 79.7%, pero en nuestro entorno global encontramos que las heridas por arma de fuego, tanto en brazo y antebrazo proximal en conjunto son la principal causa de lesión irreversible del nervio radial con 72.7%; a diferencia de otros autores que tienen una mayor incidencia de fracturas cerradas del húmero como causa de lesión irreversible del nervio radial^{29,33} que atribuimos al tipo de pacientes que maneja nuestro servicio.

Son similares nuestros hallazgos a los de la literatura con referencia a la ubicación de la lesión en nuestro estudio 83.3% fueron lesiones altas, comparándolos con la literatura que encuentra entre 65 a 85 % en las diferentes series³²⁻³⁵.

Como se dijo anteriormente hay muchos y diferentes métodos, para recuperar la función de la mano en presencia de una lesión irreversible del nervio radial, diferentes autores tienen técnicas diferentes para usar en casos de lesión irreversible del nervio radial^{26,32-40}, a todos nuestros pacientes les realizamos cirugía cuando se evidenció lesión irreversible, en ningún caso agudo como lo sugieren Burkhalter⁴¹ y Devin⁴².

Este es un procedimiento quirúrgico que requiere una compresión total del paciente y su colaboración sobretodo en la etapa de su rehabilitación para poder obtener un resultado excelente de recuperación, por eso recomendamos como lo sugieren Schink⁴ y Nigst⁴³ realizarlo en pacientes menores de 60 años, como mínimo la fuerza muscular en el preoperatorio ha de alcanzar 4 en los tendones a transferir, arcos de movimiento en la muñeca y en los dedos completos. No coincidimos con otros autores en la conveniencia de realizar mejoría en los arcos de movimiento mediante

técnicas quirúrgicas^{4,44}. Como fue descrito anteriormente los tendones usados en la transferencia fueron, FCR, PL, PT y en caso tal que el individuo no tenga el PL se utilizó el FDS del 4 dedo.

Obtuvimos resultados funcionales buenos y excelentes en el 98% de los pacientes con recuperación de las actividades manuales de la vida diaria, comparables con las técnicas también descritas por otros autores.^{16,45-48}

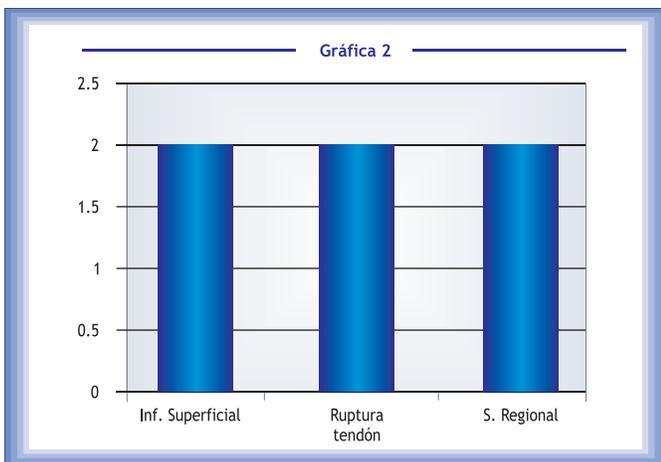
Compartimos la opinión de Boyes⁴⁸ y Biesalsky¹² de evitar transferir el FCU ya que es un importante flexor de la muñeca y además es el encargado de realizar la desviación cubital de la mano, importante para muchas de las actividades de la vida diaria.

Para obtener en resultado óptimo con este procedimiento, se debe ser muy estricto con dos objetivos durante la cirugía⁴⁹⁻⁵⁵:

1. Lograr un correcto enrutamiento del tendón.
2. Lograr un adecuado ajuste de la tensión del tendón.

Brand y cols²⁸ encontraron en su trabajo que los músculos a transferir podían mejorar su fuerza y tensión pero no su longitud, por lo que debemos lograr en nuestro procedimiento un adecuado enrutamiento del tendón desde su origen hasta su nueva inserción^{56,57,58,43}. La parte más difícil y de mayor cuidado durante el procedimiento es determinar la adecuada tensión durante la sutura tendinosa, es algo que en nuestra experiencia se obtiene durante la curva de aprendizaje, para la cual se debe observar paso a paso la técnica quirúrgica^{4,59}.

En cuanto a las complicaciones, encontramos 2 infecciones superficiales (1.8 %), 2 (1.8 %) rupturas tendinosas y 2 (1.8 %) pacientes con Síndrome regional complejo, lo cual es una tasa de infección muy baja, inferior a la reportada en cualquier procedimiento quirúrgico, la ruptura tendinosa la debemos a una mala calidad tendinosa de un paciente y en otro paciente la falta de seguimiento de la fisioterapia en forma adecuada. La incidencia de Síndrome doloroso regional complejo se debe a la asociación de lesiones por armas de fuego y fragmentación que los predisponían, no creemos que se encuentren asociados al procedimiento como tal. Este trabajo tiene los sesgos inherentes a los trabajos prospectivos y del instrumento de medición. Gráfico 2.



Gráfica 2 Complicaciones

Conclusiones

Considerando los resultados anteriormente mencionados, nosotros sugerimos que las transferencias tendinosas con la técnica de Brand modificada, son el método de elección como técnica quirúrgica para la recuperación de la función de la mano en pacientes con lesiones traumáticas irreversibles del nervio radial, siempre y cuando la indicación sea la correcta y la cirugía se realice de forma precisa y correcta.

De acuerdo con nuestros resultados recomendamos, conocer muy bien la anatomía y los vectores de los tendones donantes, realizar una sutura de Pulvertafft para mejorar la resistencia de la misma e iniciar una fisioterapia intensiva y precoz a las seis semanas, evaluar como ya se dijo intraoperatoriamente la tensión necesaria para lograr el mejor efecto de tenodesis.

Es muy importante realizar una evaluación adecuada de los tendones a transferir, que deben tener como mínimo una fuerza muscular de 4, dado que con la inmovilización se pierde un punto en la escala de la fuerza del tendón a transferir, que es muy difícil de recuperar. No se debe realizar este procedimiento si nos enfrentamos con articulaciones rígidas o con procesos de artrosis degenerativa en los cuales es más recomendable la artrodesis.

La técnica de Brand modificada es una alternativa terapéutica efectiva, en la lesión irreversible del nervio radial, que puede restituir la función perdida en la mayoría de los casos

Bibliografía

- Gurdjian, E. S., and Goetz, A. G. Radial paralysis complicating in fractures and dislocation in the upper limb. *Ann. Surg.* 99: 487, 1934.
- Mockwitz, J. Oberarmbruch und Speichennervenläsionen. *Hft. Unfallheilk.* 117: 385, 1974.
- Sar Vestani, M., and Sami, M. Problem der Radialisläsion bei Oberarmbruchfracturen. *Hft. Unfallheilk.* 117: 381, 1974.
- Schink, W. Motorische Ersatzoperationen nach Nervenverletzungen. In H. Nigst, D. Buck-Gramcko, and M. Millesi (Eds.), *Handchirurgie.* Vol. 2. Stuttgart: Thieme, 1983.
- Blix, M. Die Länge und die Spannung des Muskels. *Skand. Arch. Physiol.* 5: 149, 1894.
- Franke, F. Über die operative Behandlung der Radialislähmung nebst Bemerkungen über die Sehnenüberpflanzungen bei spastischen Lähmungen. *Arch. Klin. Chir.* 57: 763, 1898.
- Stoffel, A. The treatment of spastic contractures. *Am. J. Orthop. Surg.* 10: 611, 1912.
- Steindler, A. Orthopaedic operations on the hand. *J. A. M. A.* 71: 1288, 1918.
- Weitz, H. Zur Behandlung der Radialislähmung. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 42: 1351, 1916.
- Henry, A. K. A case of tendon transplantation for wrist drop. *Lancet* 1: 1218, 1916.
- Murphy, J. B. Teoplasty: Tendon transplantation; tendon substitution; neuroplasty. *Surg. Clin. North Am.* 3: 467, 1914.
- Biesalski, K., Mayer, L. Die physiologische Sehnenverpflanzung. Berlin: Springer, 1916.
- Perthes, G. Supravaginale Sehnentransplantation bei irreparabler Radialislähmung. *Zentralbl. Chir.* 44: 717, 1917.
- Perthes, G. Über Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung nebst Studien über die Sehnenverpflanzung und Tenodese im allgemeinen. *Brun's Beitr.* 113: 289, 1918.
- Saikk, L. A. Tendon transplantation for radial paralysis: Factors influencing the results of tendon transplantation. *Acta. Chir. Scand.* 96, (Suppl. 132): 1-121, 1947.
- Jones, R. On sutures of nerves, and alternative methods of treatment by transplantation of tendon. *B. M. J.* 1: 641, 1916.
- Jones, R. Tendon transplantation in cases of musculospiral injuries not amenable to suture. *Am. J. Surg.* 35: 333, 1921.
- Pennell, V. Tendon transplantation in drop-wrist due to nervous injury. *B. M. J.* 1: 704, 1919.
- Starr, C. L. Army experiences with tendon transference. *J. Bone Joint Surg. Am.* 4: 3, 1922.
- Sudeck, P. Gedanken zur Plastik bei Radialislähmung. *Chirurgie* 15: 665, 1943.
- Bunell, S. *Surgery of the Hand*, 2nd Ed. Philadelphia: J. B. Lippincott, 1948.
- Tubiana R. Anatomic and physiologic basis for the surgical treatment of paralysis of the hand. *J. Bone Joint Surg.* 1969, 51A, 643.
- Merle d'Aubigné, R., and Lance, P. Tendon transplantation in treatment of posttraumatic radial paralysis. *Sem. Hop.* 22: 1666, 1946.
- Brand, P. Principles of free tendon grafting, including a new method of tendon suture. *J. Bone Joint Surg. Br.* 41: 208, 1959
- Dorf Müller, M. Psychische Probleme bei Patienten mit Ersatzoperation der oberen Extremität. *Handchirurgie* 19: 132, 1987.

26. Röttgen, D., Wüllenweber, R. Die Chirurgie der Peripheren Nerven. In H. Olivercrona, W. Tönnis, and W. Krenkel (Eds.), *Handbuch der Neurochirurgie*, Vol. 7, Ed. 3. Berlin: Springer, 1974.
27. Rosales, S. Evaluation of the Spanish version of the D.A.S.H. and carpal tunnel syndrome health-related quality of life instruments: cross cultural adaptation process and reliability. *J Hand Vol 27 A No 2 march* 335-342. 2002.
28. Brand, P. W., Beach, R. B., and Thompson, D. E. Relative tension and potential excursion of muscles in the forearm and hand. *J. Hand Surg. Am.* 6: 209, 1981.
29. Böhler, J. Wann sollen Oberarmbrüche operiert werden? *Handchirurgie* 5: 105, 1973.
30. Delank, H. W. Traumatische Nervenschäden. *Therapiewoche* 28: 4792, 1978.
31. Vitek, L. Konservative oder operative Therapie bei Oberarmschaftbrüchen mit primärer Radialislähmung. *Aktuelle Chir.* 9: 351, 1974.
32. Grewe, M. E., and Kremer, K. *Chirurgische Operationen*. Stuttgart: Thieme, 1977.
33. Willenegger, H., and Ruedi, Th. Systematik der Frakturen. In M. Allgöwer (Ed.), *Allgemeine und Spezielle Chirurgie*. Berlin: Springer Verlag, 1982.
34. Weller, S. Traumatologie des Haltungs- und Bewegungsapparates. In M. Reifferscheid, and S. Weller (Eds.), *Chirurgie*. Stuttgart: Thieme, 1983.
35. Zilch, H. Regionale Systematik der Frakturen und Luxationen. In R. Häring, and H. Zilch (Eds.), *Lehrbuch der Chirurgie*. Berlin: W. de Gruyter, 1988.
36. Gronert, H. J., and Friedebold, G. Konservative oder operative Indikation bei Oberarmschaftbrüchen unter besonderer Berücksichtigung der Radialisparese. *Aktuelle Traumatol.* 1: 47, 1971.
37. Panning, B. Radialisparesen nach Humerusfrakturen. *Arch. Orthop. Unfallchir.* 75: 324, 1973.
38. Schwarz, B., and Jelasic, F. Iatrogene Schäden des Nervus radialis. *Hft. Unfallheilk.* 84: 209, 1981.
39. Garcia, A., Jr., and Maeck, B. Radial injuries in fractures of the shaft of the humerus. *Am. J. Surg.* 99: 625, 1960.
40. Nigst, H. Operative Behandlungsmöglichkeiten bei der Erkrankung und frischen Verletzung peripherer Nerven. *Dtsch. Zeitschr. Chir.* 301: 855, 1962.
41. Burkhalter, W. E. Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. *Clin. Orthop.* 104: 68, 1974.
42. Bevin, A. G. Early tendon transfer for radial nerve transection. *Hand* 8: 134, 1976.
43. Nigst, H. Motorische Ersatzoperationen bei irreparablen Nervenschädigungen im Bereich der Hand. *Hft. Unfallheilk.* 164: 536, 1984.
44. Tsuge, K. Motorische Ersatzoperation. In K. Tsuge (Ed.), *Atlas der Handchirurgie*. Stuttgart: Hippokrates, 1990.
45. Merle d'Aubigné, R., Benassy, J., and Ramadir, J. O. *Chirurgie Orthopédique des Paralysies*. Paris: Masson & Cie, 1956.
46. Goldner, J. L., and Kelley, J. M. Radial nerve injuries. *South. Med. J.* 51: 873, 1958.
47. McMurray, T. P. Discussion of the indications, technique and results of transplantation in gunshot injuries of nerves. *J. Orthop. Surg.* 1: 125, 1919.
48. Boyes, J. H. Tendon transfers for radial palsy. *Bull. Hosp. Joint Dis.* 21: 97, 1960.
49. Brand, P. W. Tendon Transfers in the Forearm. In J. E. Flynn (Ed.), *Hand Surgery*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1979.
50. Chuinard, R. G., Boyes, J. H., Stark, H. M., and Ashworth, C. R. Tendon transfers for radial nerve palsy: Use of superficialis tendons for digital extension. *J. Hand Surg. Am.* 3: 560, 1978.
51. Moberg, E., and Nachemson, A. Tendon transfers for defective long extensors of the wrist and fingers. *Acta. Chir. Scand.* 133: 31, 1967.
52. Thomsen, M., and Rasmussen, K. B. Tendon transfers for defective long extensors of the wrist and fingers. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 3: 71, 1969.
53. Brand, P. W. *Clinical Mechanics of the Hand*. St. Louis: Mosby, 1985.
54. Riordan, D. Radial nerve paralysis. *Orthop. Clin. North Am.* 5: 283, 1974.
55. Green, D. P. Radial Nerve Palsy. In D. P. Green (Ed.), *Operative Hand Surgery*, 3rd Ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1993.
56. Buck-Gramcko, D. Erfahrungen mit Radialis Ersatzoperationen. *Handchirurgie* 5: 105, 1973.
57. Hensell, V. Verletzungen Peripherer Nerven. In L. Koslowski, W. Irmer, and K. -A. Bushe (Eds.), *Lehrbuch der Chirurgie*. Stuttgart: Schattauer, 1979.
58. Omer, G. E., Jr. Report of the Committee for Evaluation of the Clinical Result in Peripheral Nerve Injury. *J. Hand. Surg. [Am.]* 8: 754, 1983.
59. Bunell, S. *Die Chirurgie der Hand*. Vol. 1. Vienna: Wilhelm Maudrich, 1958.