

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA PLÁSTICA Y
RECONSTRUCTIVA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



**RESULTADOS FUNCIONALES DE LA TRANSFERENCIA TENDINOSA EN
LESIONES ALTAS DEL NERVIIO RADIAL POR CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA EN
UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL.**

**INSTITUTO DE LA SALUD DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO MEDICO “LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**TESIS
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD
DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

**PRESENTA:
M.C. MÓNICA GISELA COBOS BONILLA**

**DIRECTOR DE TESIS DE TRABAJO TERMINAL
E. EN C.P.R. JESÚS FERNANDO ROMERO ESPINOSA**

**CO-DIRECTOR DE TESIS DE TRABAJO TERMINAL
E. EN C.P.R. ISRAEL SALAZAR VIZUET**

TOLUCA ESTADO DE MÉXICO 2021

I. Título del protocolo de Investigación

Resultados funcionales de la transferencia tendinosa en lesiones altas del nervio radial por Cirugía Reconstructiva en un Hospital de tercer nivel.

Nombre del autor (es)

Dra. Mónica Gisela Cobos Bonilla
Dr. Jesús Fernando Romero Espinosa
Dr. Israel Salazar Vizuet

Toluca de Lerdo, Estado de México; a 7 de Febrero de 2021.

Índice

	Pág
I. Título del protocolo de investigación	
II. Ficha de identificación de los autores	
III. Resumen	
IV. Antecedentes	
V. Planteamiento del problema	
VI. Pregunta de investigación	
VII. Hipótesis	
VIII. Objetivos	
	8.1. Objetivo general
	8.2. Objetivos específicos
IX. Justificación	
X. Material y Métodos	
	10.1. Tipo de estudio
	10.2. Diseño del estudio
	10.3. Universo
	10.4. Muestra
	10.5. Muestreo
	10.6. Unidad de análisis y observación
	10.7. Criterios de selección
	10.7.1. Inclusión
	10.7.2. Exclusión
	10.7.3. Eliminación
	10.8. Procedimientos
	10.9. Diseño estadístico
XI. Implicaciones éticas	
XII. Cronograma	
XIII. Presupuesto y financiamiento	
XIV. Referencias bibliográficas	
XV. Anexos	

II. Ficha de identificación de los autores

	Investigador principal	Co-autor	Co-autor	
Institución	ISEM	ISEM	ISEM	
Nombre	Mónica Gisela Cobos Bonilla	Jesús Fernando Romero Espinosa	Israel Salazar Vizuet	
Grado académico	Médico General	Médico especialista	Médico especialista	
Puesto/cargo	Residente de 4to año	Jefe de Servicio	Médico Adscrito	
Servicio	Cirugía Plástica y Reconstructiva	Cirugía Plástica y Reconstructiva	Cirugía Plástica y Reconstructiva	
e-mail	monicacobos29@gamil.com	fernandoromeromd@yahoo.com.mx	israelsv23@hotmail.com	
Teléfono	2281247860	7226006617	5549941788	
Firma				
Especialidad	Médico General	Cirujano Plástico y Reconstructivo	Cirujano Plástico y Reconstructivo	
Vo.Bo				

III. Resumen estructurado

3.1 Título

Resultados funcionales de la transferencia tendinosa en lesiones altas del nervio radial por Cirugía Reconstructiva en un hospital de tercer nivel.

3.2 Autores

Mónica Gisela Cobos Bonilla, Jesús Fernando Romero Espinosa, Israel Salazar Vizuet

3.3 Antecedentes

Las lesiones nerviosas periféricas son una causa importante de discapacidad física que afecta principalmente a adultos jóvenes en edad laboral. El nervio más afectado reportado en la literatura es el nervio radial. Sin tratamiento quirúrgico, estas lesiones de sección resultan en una pérdida funcional que puede afectar seriamente la calidad de vida en general del paciente.

3.3 Objetivo

Evaluar los resultados de la fuerza muscular de la transferencia tendinosa tipo Brand en los pacientes con lesión traumática alta de nervio radial en el Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”.

3.5 Material y métodos

Estudio descriptivo y retrospectivo en pacientes con lesión traumática alta del nervio radial tratados con la transferencia tendinosa tipo Brand dedurante el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2017 y 1 de marzo de 2020 en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”.

Resultados

En un lapso de tres años, se atendieron a 6 pacientes con lesión alta del nervio radial, a los cuales se les realizó la transferencia tendinosa tipo Brand, con los siguientes resultados de la evaluación de la fuerza muscular con la escala modificada MRC, una recuperación funcional en el 33.33%, una recuperación deseada en el 50% y una recuperación no significativa en el 16.67%.

Conclusiones

La transferencia tendinosa tipo Brand realizada en esta Institución tiene resultados significativos en la fuerza muscular en un 83.33%. Un programa de rehabilitación adecuado es fundamental para el logro de buenos resultados.

3.4 Productos esperados

Una tesis de grado para la especialidad de Cirugía Plástica y Reconstructiva

Una presentación en congreso nacional

3.7 Palabras clave (3 a 5) 5

Transferencia tendinosa, Nervio radial, Escala modificada MRC, Cirugía plástica y reconstructiva

IV. Antecedentes

Las epidemias de polio que se extendieron por Europa en el siglo XIX condujeron directamente al desarrollo de las transferencias tendinosas, éstas se diseñaron para mejorar la función de las extremidades inferiores en pacientes con poliomielitis. La primera y segunda guerras mundiales resultaron en un gran número de pacientes con lesiones en las extremidades superiores, y los cirujanos pudieron ganar una experiencia profesional en la cirugía de la transferencia tendinosa en pocos años. Esto condujo rápidamente a la expansión y refinamiento de las técnicas de transferencia de tendones en la extremidad superior.¹

Muchos de los numerosos procedimientos fueron reportados desde 1899, cuando Franke transfirió el flexor carpi ulnaris al extensor digitorum comunis a través de la membrana interósea, y Capella transfirió el flexor carpi ulnaris al extensor digitorum comunis y el flexor carpi radialis al extensor pollicis longus, para lograr la extensión de los dedos en 1960. Sir Robert Jones, en 1916, agregó la transferencia del pronator teres al extensor carpi radialis longus y brevis para la extensión de la muñeca. Después de sus trabajos, estas transferencias se convirtieron en el estándar, aunque se publicaron muchos informes con modificaciones de su técnica.² En 1946 Zachary enfatizó la necesidad de retener al menos un flexor de la muñeca; también intentó evaluar sus resultados para una mejor comparación entre varios procedimientos.² En 1949 Scuderi recomendó la preservación del flexor carpi radialis, utilizando el flexor carpi ulnaris para el extensor digitorum comunis. Abogó por la transferencia del palmaris longus al extensor pollicis longus para la abducción y extensión combinadas del pulgar.²

En 1960, Boyes describió un nuevo conjunto de transferencias e informó los resultados en sus primeros tres casos. En este procedimiento, la extensión de la muñeca se obtuvo mediante la transferencia estándar del pronator teres; la extensión de los dedos se obtuvo mediante la transferencia del flexor digitorum superficialis del dedo largo al extensor digitorum comunis; la extensión independiente del pulgar y el índice se obtuvo por transferencia de la flexor digitorum superficialis del dedo anular; y la abducción del pulgar se obtuvo mediante la transferencia del flexor carpi radialis al abductor pollicis longus al nivel de la muñeca. Los dos tendones superficiales se pasaron a través de la membrana interósea, proximal al músculo pronator

quadratus. Esta combinación de transferencias satisfizo los requisitos básicos para la transferencia tendinosa: (1) mantenimiento de una línea recta de tracción, (2) provisión de potencia muscular adecuada y (3) amplitud de excursión suficiente. Al retener la función normal del flexor carpi ulnaris, se conserva el plano dorsal-radial-volar-cubital del movimiento funcional de la muñeca.²

Epidemiología

Los trastornos que afectan al sistema nervioso periférico son una causa importante de morbilidad y discapacidad física, que afecta principalmente a adultos jóvenes en edad laboral y pueden tener efectos devastadores en las funciones y rutinas diarias de los pacientes. Está bien establecido que los trastornos de las extremidades superiores que afectan el sistema nervioso periférico tienen implicaciones duraderas en la función. Las lesiones nerviosas periféricas agudas son una de las complicaciones del trauma que afecta a las extremidades y está presente en 3 a 10% de los pacientes, según su mecanismo.^{3,4} Se ha informado que los nervios más comunes asociados con el traumatismo de las extremidades superiores son (en orden de frecuencia) radial, cubital y mediano.^{5,6}

Recientemente, Noble et al. han observado la prevalencia, la causa, la gravedad y los patrones de lesiones asociadas en pacientes con lesión de nervio periférico y lesiones múltiples, tratadas en centros de trauma de alta especialidad, durante un período de 10 años (1986-1996). Los autores encontraron que la tasa de prevalencia de lesión de nervio periférico en pacientes con traumatismo de extremidades era del 2.8%. La mayoría de la población (59%) tenía entre 18 y 35 años y eran hombres (83%). Encontraron que el nervio más comúnmente lesionado era el nervio radial; sin embargo, no incluyeron pacientes con lesiones de la raíz nerviosa, plexo braquial, nervios digitales, o cualquier otra lesión nerviosa menor en la población.⁷

En un estudio realizado en México en el año 2014, donde se estudiaron los traumatismos atendidos en el Hospital Universitario «Dr. José Eleuterio González», durante el período comprendido entre el 1 de enero de 2008 y el 1 de junio de 2012, con un total de 11,998 pacientes por traumatismos, 134 fueron diagnosticados con lesión del nervio periférico, (prevalencia del 1.12%). La extremidad superior es la localización donde se informa la mayor parte de las lesiones

de nervio periférico (61%), seguida de la extremidad inferior (15%) y cara (14%). Las lesiones nerviosas múltiples (dos o más nervios), se detectaron en 10 pacientes (6%), 7 de ellos se identificaron con lesión del nervio cubital y mediano, y tres con lesiones en el nervio radial, combinado con el nervio facial, cubital y tibial, respectivamente.⁸

En un estudio realizado en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” del Estado de México, se revisaron los casos asociados a lesiones por causa externa en el servicio de urgencias con una muestra de 16,567 registros. De éstos, el rango de edad fue de los 14 a 99 años (promedio de 37.70 ± 17.28), afectando principalmente a personas en una edad productiva laboralmente, de los cuales 69.2% (n = 11,460) fue del sexo masculino- Los diagnósticos relacionados con las lesiones por causa externa fueron agrupados en ocho categorías con predominio de los traumatismos de cabeza y cuello 33.11% (n = 5,485), seguidos por traumatismos de extremidad superior 29.25% (n = 4,846) y traumatismos de extremidad inferior 15.87% (n = 2,630).⁹

Anatomía

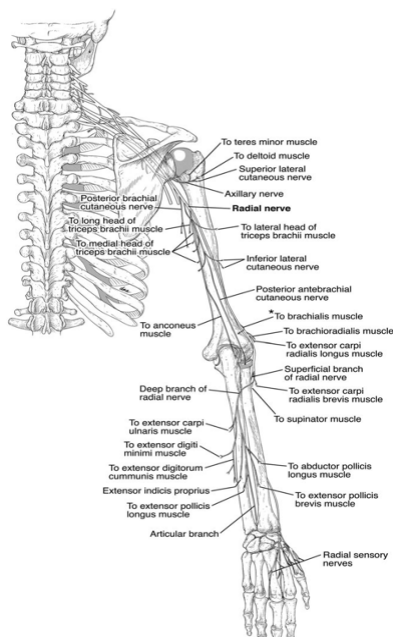


Figura 1 Anatomía nervio radial

Un conocimiento profundo de la anatomía del nervio radial facilita la comprensión de los diversos niveles de lesión, especialmente después de un trauma. La distancia más corta a las placas terminales motoras asociadas con la recuperación del nervio radial, tiende a contribuir a resultados superiores después de la lesión, en comparación con los nervios mediano y cubital. Sin embargo, las lesiones proximales aún se asocian con una pérdida significativa de la función.⁷

El nervio radial es una de las dos ramas terminales del cordón posterior del plexo braquial. Está formado por contribuciones de C5, C6, C7, C8 y T1 (Figura 1).^{10 11} Es posterior a la arteria axilar en el hombro y se ramifica lejos del nervio axilar,

proximal al espacio cuadrangular antes de pasar a través del espacio triangular. El nervio viaja lateralmente y profundo a la cabeza larga del músculo triceps brachii y se encuentra entre las cabezas lateral y medial de este músculo en el surco espiral. El nervio radial inerva el triceps

brachii mediante dos ramas sensoriales, el nervio cutáneo posterior del brazo y el antebrazo que emergen y continúan en un plano subcutáneo antes de perforar el septum intermuscular lateral y entrar en el compartimento anterior.^{11,12, 13}

Múltiples estudios anatómicos han intentado definir la ubicación precisa del nervio radial a medida que desciende en el brazo. Gerwin et al. ubicaron el nervio a 20.7 cm proximales al epicóndilo medial y a 14.2 cm proximales al epicóndilo lateral. Guse y Ostrum descubrieron que el nervio cruzó el eje humeral posteriormente a una distancia promedio de 12.4 cm distal al borde posterior del acromion y nunca estuvo más cerca de 9.7 cm. El nervio emergió lateralmente a una distancia promedio de 12.6 cm superior al epicóndilo lateral y nunca estuvo más cerca de 10 cm. Zlotolow et al. encontraron que el nervio radial salía del surco espiral de 10.1 a 14.8 cm proximal al epicóndilo lateral y observó que era un promedio de 10 cm, pero nunca menos de 7.5 cm proximal a la superficie articular distal al pasar al compartimento anterior a través del septum intermuscular lateral. El nervio radial propiamente dicho continúa profundo, cruzando al húmero y perforando el septum intermuscular lateral ~ 10 cm proximal al epicóndilo humeral lateral. De 2 a 3 cm proximales al epicóndilo lateral, el nervio radial se encuentra entre el músculo brachialis y el origen del músculo brachioradialis. Esta relación es útil para identificar el nervio durante la cirugía. Es en esta ubicación donde el nervio radial se ramifica para inervar los músculos brachioradialis (BR) y el extensor carpi radialis longus (ECRL) antes de bifurcarse finalmente en el componente del nervio radial motor: el nervio interóseo posterior y el nervio radial superficial (componente sensorial).¹⁴

El nervio interóseo posterior transcurre sobre la articulación radiohumeral y pasa dorsolateralmente alrededor de la cabeza radial a través de la superficie del músculo supinator y a lo largo de la superficie dorsal de la membrana interósea. Inerva a la mayoría de los extensores del antebrazo y de la mano incluyendo el extensor carpi radialis brevis (ECRB), supinator, extensor digitorum comunis (EDC), extensor digiti minimi (EDM), extensor carpi ulnaris (ECU), abductor pollicis longus (APL), extensor pollicis longus (EPL), extensor pollicis brevis (EPB) y extensor indicis proprius (EIP).^{11,15}

El músculo supinator es una estructura de importancia anatómica. En 1908, Fröhse y Frankel describieron un arco fibroso desde los bordes lateral y medial del epicóndilo humeral lateral donde surgen las dos cabezas del músculo supinator.¹⁶ Morton Spinner reconoció esta área como una región anatómica de compresión y la popularizó con el nombre de arcada de Fröhse. Una vez que el nervio interóseo posterior pasa por debajo de la arcada de Fröhse, entre las dos cabezas del supinator, el nervio se divide en múltiples ramas.¹⁷ Las posibles fuentes adicionales de compresión en esta área son la cuerda vascular de Henry (la arteria recurrente radial) y el margen tendinoso del ECRB.¹⁸ A medida que el nervio se divide, un segmento principal inerva los músculos relativamente superficiales, incluidos el EDC, EDM y ECU, mientras que un segundo segmento inerva los músculos más profundos, como el APL, EPL, EPB y EIP.¹⁵

El nervio del extensor carpi radialis brevis es un nervio claramente separado, que se origina en el área de la bifurcación motora y sensorial. De hecho, puede parecer surgir de la porción sensorial del nervio. Es importante reconocer a esta rama motora y preservarla de lesiones durante la disección quirúrgica. También es un excelente donador para transferir al nervio mediano. El nervio del supinator (C5) se divide en dos ramas detrás del nervio interóseo posterior y también es un excelente donador para las parálisis del nervio mediano (C7, C8) y para la función del nervio interóseo posterior (C6, C7, C8).^{15,17,18}

En su parte terminal, después de inervar los músculos extensores, el nervio interóseo posterior viaja a lo largo del borde radial del cuarto compartimento extensor para inervar la cápsula dorsal de la muñeca y los ligamentos intercarpianos. La rama terminal del nervio interóseo posterior puede bloquearse durante los procedimientos de diagnóstico para el dolor de muñeca y también puede researse durante un procedimiento de denervación parcial de la muñeca dorsal para el tratamiento del dolor en la muñeca. La resección también puede ser útil para controlar el dolor del neuroma sensorial radial.¹⁹ Se ha informado de anomalías anatómicas que ocurren como variaciones en los músculos del codo y la región proximal del antebrazo; ocasionalmente, la porción medial del epicóndilo humeral lateral da lugar a una cabeza muscular solitaria, lo que hace que el nervio interóseo posterior viaje a lo largo de la parte superior del músculo supinator en lugar de pasar a través de él. Otra variación es la fusión (o falla de la

segmentación) de los músculos brachioradialis y brachialis, lo que posiblemente resulte en fuerzas de compresión sobre el nervio radial en la superficie proximal del túnel radial.¹¹

Los grupos de ramas nerviosas primarias en la extremidad superior, un grupo del nervio axilar (AXN-1), un grupo nervio musculocutáneo (MCN-1), cinco grupos del nervio radial (RN-1 a RN-5), tres grupos del nervio mediano (MN-1 a MN-3), y un grupo del nervio cubital (UN-1) (Figura 2).²⁰

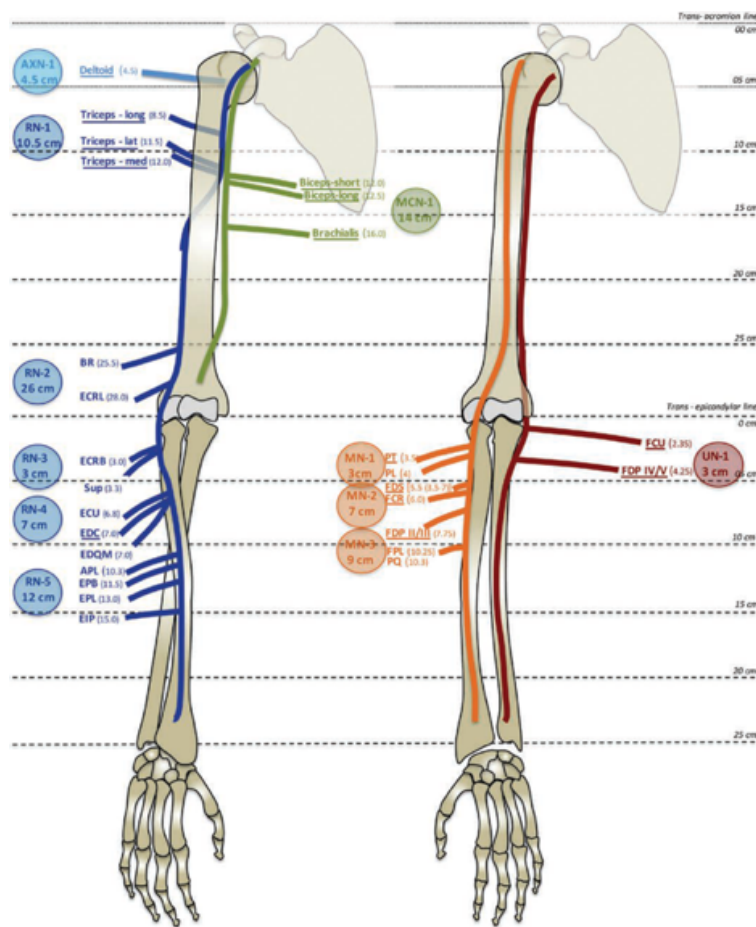


Figura 2. Cluster nervio radial y cubital. BR, brachioradialis; ECRL, extensor carpi radialis longus; ECRB, extensor carpi radialis brevis; Sup, supinator; ECU, extensor carpi ulnaris; EDC, extensor digitorum comunis; EDM, extensor digiti minimi; APL, abductor pollicis longus; EPB, extensor pollicis brevis; EPL, extensor pollicis longus; EIP, extensor indicis proprius; PT, pronator teres; PL, palmaris longus; FDS, flexor digitorum superficialis; FCR, flexor carpi radialis; FDP, flexor digitorum profundus; FPL, flexor pollicis longus; PQ, pronator quadratus; FCU, flexor carpi ulnaris.

Etiología:

La lesión del nervio radial puede ser el resultado de un traumatismo directo o compresión en cualquier parte del curso del nervio, desde el plexo braquial hasta el nervio interóseo posterior (PIN) y la rama sensorial superficial. Muchos consideran que la rama sensorial radial es el nervio más implacable del cuerpo con respecto al dolor y al impacto en la calidad de vida. Varias causas distintas de parálisis del nervio radial se han identificado claramente en la literatura.⁷

Lesiones Ortopédicas: El nervio radial se lesiona con mayor frecuencia en asociación con fracturas humerales. Por lo general, estas lesiones ocurren en la unión del tercio medio y distal (fractura de Holstein-Lewis). Estas son generalmente fracturas espirales donde el fragmento distal se desplaza proximal y radialmente. Este es el punto en el que el nervio ingresa al compartimento anterior perforando el septum intermuscular, y donde es menos móvil. El nervio puede lesionarse por la fractura en sí, durante la manipulación de los fragmentos en la reducción quirúrgica o por atrapamiento mediante la formación de callo óseo. Las fracturas de la cabeza y el cuello radiales, y las fracturas radiocubitales pueden dañar el nervio interóseo posterior.²¹ Las fracturas del eje humeral representan el 3% de todas las fracturas. Están asociados con una prevalencia del 11.8% de parálisis del nervio radial, lo que la convierte en la lesión nerviosa periférica más común, que complica las fracturas de huesos largos. El mayor riesgo de parálisis del nervio radial ocurre con fracturas de las porciones media (21.9%) y media-distal (20.0%) del eje humeral.^{10,21}

Tumor e inflamación: La compresión del nervio radial puede ocurrir por un tumor benigno o una neoplasia maligna. El nervio radial es más susceptible a la compresión externa cerca de los huesos o las articulaciones. Se ha informado que los tumores benignos que surgen del codo o en el extremo superior del radio causan parálisis del nervio interóseo posterior. Los lipomas son los tumores más comunes reportados en la literatura que causan parálisis del nervio radial.²¹

Neuropatías de compresión: se caracterizan por la ubicación en la que el nervio se coloca bajo presión. Una de las entidades más conocidas es la "parálisis del sábado por la noche", cuando se produce la compresión del nervio radial en el surco espiral del húmero después de una presión

prolongada. La compresión también puede ser causada por el arco fibroso de la cabeza lateral del triceps brachii, dentro de la arcada fibrosa de Fröhse, en el origen del extensor carpi radialis brevis, con patologías de la cabeza radial como tumores, por una arteria radial recurrente, y por procesos patológicos a lo largo de la rama sensorial (síndrome de Wartenberg). Las causas raras de afección del nervio radial pueden ser tumores, neuritis, uso excesivo repetitivo, enfermedades sistémicas y neurológicas.^{22,23,21}

Heridas abiertas: El nervio radial rara vez se lesiona en laceraciones traumáticas debido a la posición profunda del componente motor del nervio. Las lesiones por arma de fuego de baja o alta velocidad pueden causar un daño significativo al nervio radial. Este tipo de lesión no es infrecuente y los resultados dependen en gran medida de si el nervio se corta directamente o está dañado por la onda de choque o el efecto de explosión del proyectil.²² Es de particular interés que se encuentre seccionado el nervio radial hasta en un 50% de los pacientes después de heridas de bala asociadas con fracturas humerales.

Lesiones con objetos punzantes: los cuchillos y el vidrio, por ejemplo, pueden seccionar directamente el nervio y provocar discapacidad.² Sin embargo, las ramas superficiales del nervio radial son las más vulnerables a este tipo de lesión, y a menudo no hay daño permanente significativo.^{22,23}

Lesión iatrogénica: las lesiones del nervio periférico son una complicación no intencional pero común de la cirugía de la extremidad superior. Cualquier parte del nervio radial y sus ramas pueden verse afectadas. El nervio es particularmente vulnerable en el eje medio del húmero, donde está en contacto directo con el periostio y en el punto donde perfora el septum intermuscular. Los síntomas sólo se vuelven aparentes después de la cirugía, generalmente se manifiestan como pérdida sensorial o motora (caída de la muñeca o déficit de los dedos a nivel la extensión de las articulaciones metacarpofalángicas). El nervio puede dañarse con cuchillas quirúrgicas, alambres de Kirschner, durante la tracción de las extremidades o la manipulación de fracturas, por dispositivos de fijación como placas, tornillos y clavos intramedulares, y por un mal posicionamiento en la mesa de operaciones.^{21,22,23}

Otras causas: se ha informado de parálisis del nervio radial en asociación con el uso de un torniquete o con lesiones por inyección. Los nervios radial y ciático son los más comúnmente lesionados por inyecciones. La lesión del nervio radial por aplicación de inyecciones se produce principalmente en la región proximal al surco espiral del húmero e incluso pueden incluir el triceps brachii. La parálisis postoperatoria del nervio radial también puede ser relacionada con la colocación del paciente o con los manguitos de presión arterial.^{21,22}

Presentación clínica

La presentación clínica de la parálisis del nervio radial depende de la causa y el nivel de afectación del nervio. Todas las lesiones del nervio radial deben distinguirse primero de las lesiones que afectan las raíces nerviosas (C5 a T1) o el plexo braquial. El nivel de lesión a menudo se puede determinar mediante un examen físico de los componentes motores y sensoriales.^{13,21,20} La pérdida de la función motora depende del nivel de la lesión del nervio radial. Aunque la pérdida del músculo anconeus no es clínicamente notable después de la parálisis del nervio radial proximal, los otros músculos en la parte superior del brazo se pueden identificar más claramente en el examen físico. Estos músculos incluyen el triceps brachii, el brachioradialis y el extensor carpi radialis longus y brevis. La pérdida de la función del triceps brachii refleja una lesión a nivel del plexo braquial. Si el brachioradialis o el extensor carpi radialis longus no funcionan, entonces la lesión es más probable a nivel del eje humeral. Las lesiones del nervio radial proximal provocan una pérdida completa de extensión en la muñeca y las articulaciones metacarpofalángicas, junto con una pérdida en la extensión y abducción del pulgar.^{13,21}

La parálisis del nervio interóseo posterior generalmente implica una lesión más distal del nervio radial. Los pacientes con parálisis clásica del nervio interóseo posterior experimentan una desviación radial de la muñeca con dorsiflexión debido a la preservación del extensor carpi radialis brevis. Estos pacientes generalmente no pueden extender sus dedos o el pulgar hacia las articulaciones metacarpofalángicas, y no tienen déficit sensorial porque se preserva el nervio radial superficial. La presencia de contracciones activas del brachioradialis y la extensión de la muñeca en desviación radial permite la localización de la lesión del nervio radial en un punto distal al origen del nervio interóseo posterior.^{20,21}

Al examinar al paciente con parálisis del nervio radial, es importante diferenciar entre la extensión de articulación IP (interfalángica) y MCP (metacarpofalángica). Los pacientes con parálisis aislada del nervio radial habrán conservado la extensión de la articulación IP, y esto no debe confundirse con la extensión intacta del dedo. Además, el paciente puede usar inconscientemente el efecto de tenodesis para proporcionar una pequeña cantidad de extensión de la articulación MCP. El cirujano debe estabilizar la muñeca en la posición neutral al examinar la extensión la articulación MCP para evitar el efecto de tenodesis.¹⁵

Diagnóstico

Una historia clínica completa del paciente y un examen físico son a menudo todo lo que se necesita para determinar el nivel de lesión y la posible causa de parálisis del nervio radial. Todos los músculos inervados por el nervio radial pueden analizarse para determinar su fuerza y función, incluidos el triceps brachii, el brachioradialis y los extensores de la muñeca y los dedos. Para las lesiones superiores del nervio radial, la pérdida de extensión del codo debe evaluarse con la gravedad eliminada. El examinador debe ser consciente de que, con la flexión digital, es posible cierta extensión de la muñeca con los extensores pasivos. La extensión digital es un área donde pueden ocurrir la mayoría de los errores en el diagnóstico. La extensión de las articulaciones IP se lleva a cabo por los músculos interóseos y lumbricales inervados por el nervio cubital. Con la lesión del nervio radial, sólo se ve afectada la extensión de las articulaciones MCP. También se puede probar la sensibilidad en la porción radial del dorso de la mano, así como el brazo y el antebrazo.²²

La electromiografía y los estudios electrodiagnósticos de conducción nerviosa son útiles cuando se trata de localizar anatómicamente una lesión nerviosa. Se puede diferenciar entre radiculopatías cervicales, plexopatías braquiales y lesiones nerviosas periféricas.²³ Todos los pacientes que experimentan compromiso neuronal después de una lesión penetrante cerca de los nervios deben explorarse sin la necesidad de realizar estudios electrodiagnósticos preoperatorios. Las radiografías simples, la resonancia magnética o las arteriografías pueden estar indicadas antes de la exploración en algunas situaciones.

Los estudios electrodiagnósticos estándar ayudarán a determinar el nivel de lesión o su distribución si el examen físico no es concluyente. Para distinguir entre los diversos grados de lesión en el período temprano posterior a la degeneración walleriana, pero que precede a la regeneración axonal, el uso de estudios electrodiagnósticos es crítico. La presencia de fibrilaciones distinguirá una neurapraxia (o lesión de primer grado) del daño más significativo asociado con lesiones de segundo a quinto grado. Los MUAP (potenciales de acción de la unidad motora) significan brote colateral y estarán presentes en lesiones de segundo y tercer grado a las 12 semanas posteriores a la lesión, pero ausentes en lesiones de cuarto y quinto grado (Tabla 1).^{15, 21, 23}

Los pacientes con parálisis nerviosa que persiste más allá de 6 a 8 semanas deben ser examinados con estudios electrodiagnósticos. A las 12 semanas, los potenciales de acción de la unidad motora estarán presentes y ayudarán a diferenciar entre las lesiones recuperables de las que requerirán cirugía. Si el nervio radial muestra conducción a través de una lesión, es posible la recuperación espontánea. Si la conducción está ausente proximal a una lesión con reparación primaria o injerto nervioso no están indicados, porque debe estar presente una lesión más proximal o el nervio no funciona.^{15, 21}

Tabla 1. Grado de lesión nerviosa y recuperación anticipada							
Grado de lesión nerviosa	Recuperación espontánea	Tiempo de recuperación	Cirugía	Lesión nerviosa aguda		Lesión nerviosa crónica	
				FP	MUAP	FP	MUAP
(I) Neurapraxia	Completa	Ocurre en días a 3 meses después de la lesión	No *	No	Sí (Normal)	No	Sí (Normal)
(II) Axonotmesis	Completa	Regeneración a 1 pulgada/mes	No *	Sí	Sí **	No	Sí (anormal)
(III)	Parcial	Regeneración a 1 pulgada/mes	No *	Sí	Sí **	No	Sí (anormal)
(IV) Neurotmesis	Ninguna	Regeneración a 1 pulgada/mes	Reparación nerviosa, injerto o transferencia (excepto en lesiones crónicas)	Sí	No	No	No
(V)	Ninguna		Reparación nerviosa, injerto o transferencia (excepto en lesiones crónicas)	Sí	No	No	No
(VI) Combinación nerviosa	La recuperación depende del grado combinación de lesión						

* Cirugía para liberar o eliminar la presión sobre el nervio, que tiene el potencial de acelerar la recuperación o mejorar la recuperación en una lesión de tercer grado.

** Regeneración nerviosa temprana = MUAP secundarios a brotes colaterales. Regeneración nerviosa tardía = MUAP que surgen secundarios a la regeneración axonal.

Abreviaturas: FP = potenciales de fibrilación; MUAP = potenciales de acción de la unidad motora.

Herramientas diagnósticas

La ecografía puede visualizar con precisión la integridad anatómica del nervio, diferenciando entre una ruptura del nervio y la formación del neuroma. Puede demostrar la ubicación exacta de la lesión nerviosa y seguir el nervio a lo largo de su trayectoria anatómica. No es invasivo, es asequible y tiene ventajas específicas sobre la resonancia magnética y otros procedimientos de diagnóstico.^{22, 24, 25} La resonancia magnética es útil para detectar la ubicación de una lesión, patologías coexistentes y enfermedades neurológicas cuando se sospecha una lesión nerviosa.²² Las radiografías simples del codo pueden ser especialmente útiles para descartar lesiones ortopédicas más complicadas o trastornos de la cabeza radial. La resonancia magnética debe obtenerse si se sospecha una masa en cualquier nivel a lo largo del curso del nervio radial.²¹

Clasificación lesiones nerviosas

Los sistemas de clasificación de Seddon y Sunderland, propuestos en 1947 y 1951 respectivamente, continúan guiando el manejo de pacientes con lesiones nerviosas.¹⁵ Estas clasificaciones guían el tiempo esperado para la recuperación y las estrategias reconstructivas.

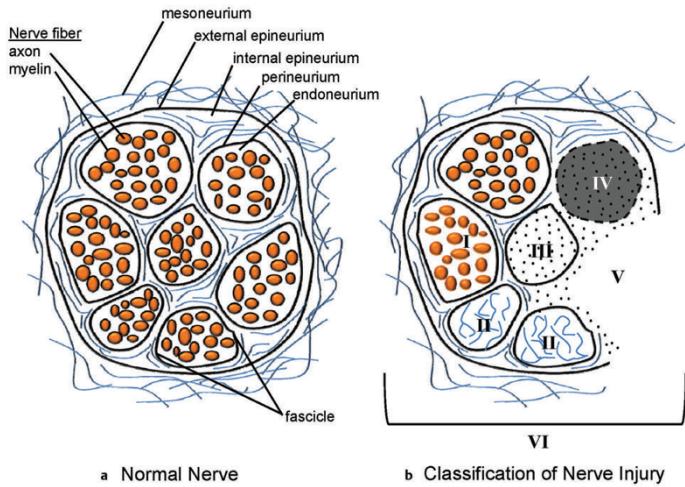


Figura 3 Organización del nervio periférico y clasificación de lesiones.

Curiosamente, en la clasificación original de Seddon (neurapraxia, axonotmesis, neurotmesis), describió la axonotmesis como una recuperación completa (Sunderland II) o incompleta (Sunderland III). Además, Seddon señaló que una lesión neurotómica podría ser de continuidad (Sunderland IV) o una sección completa (Sunderland V).^{26,-27} En 1951, Sunderland reclasificó los tipos de lesiones que Seddon había descrito originalmente y enfatizó cinco

grados de lesión nerviosa (Figura 3).²⁸

La lesión por neurapraxia, equivalente a lesión de Sunderland I, se define por un bloqueo temporal de la conducción nerviosa.²⁹ Representa una lesión isquémica que puede tener desmielinización segmentaria, pero sin interrupción de la continuidad del tejido conectivo o axonal. Se produce un bloqueo de conducción localizado, pero debido a que los axones no están dañados, no se requiere regeneración, y se anticipa remielinización y evidencia de recuperación hasta en 12 semanas. Las parálisis de torniquete son típicamente bloqueos de conducción agudos y se recuperan en 12 semanas. En la compresión nerviosa crónica o con neuritis por radiación, puede existir un bloqueo de conducción permanente. De manera similar, si una lesión se localiza en un área conocida de compresión nerviosa, entonces un bloqueo de conducción crónico puede persistir y mejorarse con descompresión quirúrgica en el sitio de compresión nerviosa superpuesta, por ejemplo, caída del pie después de la tracción-presión durante la cirugía de rodilla o reposo prolongado en cama. El pronóstico es excelente ya que no hay degeneración axonal

distal; el bloqueo se resuelve mediante remielinización y la función nerviosa se recupera en cuestión de días o semanas.^{4,15,30}

Una lesión axonotmética, equivalente a lesión de Sunderland II y III ocurre cuando la lesión es suficiente para determinar la pérdida de la continuidad axonal, pero se preserva la mayor parte del marco del tejido conectivo del nervio, incluido el soporte endoneural tubular que rodea cada axón.^{15, 29, 31} El segmento del axón distal a la lesión sufre degeneración walleriana, mientras que, en sentido proximal, las fibras nerviosas se regeneran a una velocidad de ~ 1 pulgada (2,5 cm) por mes. Por definición, las capas de tejido conectivo no están lesionadas. La recuperación se completará ya que algunos axones no lesionados pueden brotar colateralmente en las placas terminales motoras distales generando potenciales de unidades motoras (MUP) en la electromiografía (EMG) para "cuidar" o proteger el músculo hasta que los axones nativos eventualmente alcanzan su objetivo. El progreso de la regeneración puede ser monitorizado por el avance del signo de Tinel. Aunque se espera una recuperación espontánea, el patrón de recuperación es mixto o incompleto.^{28, 31}

En la neurotmesis, equivalente a lesión de Sunderland IV y V además de la pérdida de la continuidad axonal y del marco interno del tejido conectivo nervioso, se produce una ruptura en el epineuro con pérdida macroscópica de la continuidad del nervio o la interposición del tejido cicatricial entre las fibras interrumpidas, lo que impide la regeneración espontánea y requiere tratamiento quirúrgico. Las lesiones de Sunderland IV se asocian con cicatrización completa y fibrosis en el sitio de la lesión nerviosa debido a una lesión del axón, el endoneuro, el perineuro y el epineuro, que impide que los axones en regeneración atraviesen la lesión. Estas lesiones no se recuperan espontáneamente y requerirán intervención quirúrgica. La identificación correcta de estas lesiones es el objetivo principal del cirujano que se ocupa de tal evento. Las lesiones de Sunderland V implican una sección completa del nervio que requiere intervención quirúrgica para restablecer la continuidad.²⁸

En la axonotmesis, así como en la neurotmesis, se produce una secuencia de eventos patológicos conocidos como degeneración walleriana en el segmento nervioso distal a la lesión. Este proceso incluye la fragmentación y degeneración del axón distal a la lesión y la fagocitosis

de la vaina de mielina por las células de Schwann y los macrófagos. En una fase del proceso, los tubos endoneurales distales son llenados por células de Schwann que forman líneas longitudinales dentro de los tubos conocidos como bandas de Büngner.³ La recuperación depende del brote axonal del muñón proximal, que debe cruzar el sitio de la lesión y alcanzar los tubos endoneurales correspondientes en el muñón distal para reinervar el órgano diana. Una vez que se alcanza la banda de Büngner, el axón crece 1–3 mm por día.³¹ De este modo, la reinervación del órgano objetivo puede tomar varios meses dependiendo de su distancia de la lesión.⁴

Mackinnon enfatizó una lesión de sexto grado, comúnmente conocida como una lesión mixta. La lesión de sexto grado combina varios grados de lesión, e incluso fascículos normales y tienen una recuperación variable única para cada lesión fascicular. Esta lesión de sexto grado no se describió bien hasta que se perfeccionaron las técnicas y los microinstrumentos, se demostró que la neurólisis era posible y segura, donde la topografía interna permitiría la separación de los componentes principales en fascículos independientes, un examen clínico detallado podría analizar la función en partes separadas de un solo nervio. Esta lesión es el dilema del cirujano, porque algunos de los fascículos pueden tener una lesión con recuperación anticipada, y otros tienen una lesión más importante que requiere intervención quirúrgica.^{15,32}

Para David Chwei-Chin Chuang, el tercer grado de lesión de Sunderland es misterioso y está relacionado con el momento de la exploración nerviosa. Puede mejorar con el tiempo desde Sunderland III hasta Sunderland II o I, o empeorar hasta Sunderland IV o V. Muchas investigaciones se centraron en Sunderland III, a partir de éstas, se demostró que tienen una reinervación aberrante, que causa contractura, y se encuentra comúnmente en las secuelas de parálisis obstétricas de plexo braquial (OBPP) con deformidad del hombro y el codo, y en la sincinesia post parálisis facial (PPFS). Al resaltar la lesión de tercer grado de Sunderland, intencionalmente cambió el Sunderland III a una de las neurotmesis en 2006 basado en el sitio infraestructural de la lesión: la lesión de tercer grado de Sunderland es la interrupción de la fibra nerviosa llamada neurotmesis del endoneuro; la lesión de Sunderland de cuarto grado es la interrupción del fascículo nervioso llamado neurotmesis perineurial y la lesión de Sunderland de quinto grado es la interrupción del tronco nervioso llamada neurotmesis epineurial. Aceptando la clasificación de Sunderland, pero haciendo una explicación diferente (Tabla 2).²⁸

Tabla 2. Grados de Lesión Nerviosa (Chuang 2006)

Seddon (1943)	Sunderland (1951)	Chuang (2006)
Neurapraxia	1	1 (Desmielinación segmental)
Axonotmesis	2	2 (Disrupción axonal)
	3	3 Neurotmesis del endoneuro:
Neurotmesis	4	Disrupción de la fibra nerviosa
Neurotmesis	5	4 Neurotmesis del perineuro: Disrupción fascicular nervioso
		5 Neurotmesis del epineuro: Disrupción del tronco nervioso

Poco después de la lesión nerviosa, se produce la degeneración de las miofibrillas y entre 18 y 24 meses después de la lesión las fibras musculares son reemplazadas por grasa y tejido conectivo fibroso, lo que hace que el músculo sea progresivamente refractario a la reinervación. Por lo tanto, cuanto antes lleguen los axones a las fibras musculares, se puede esperar una reinervación más efectiva y ésta es la razón por la cual la cirugía por lesión nerviosa, cuando está indicada, debe realizarse lo antes posible (Tabla 3).^{4, 15}

Tabla 3. Cambios histológicos

Grado de lesión	Cambios histológicos					Signo de Tinel	
	Mielina	Axón	Endoneuro	Perineuro	Epineuro	Presente	Progresión distal
Neurapraxia (I)	+/-					-	-
Axonotmesis (II)	+	+				+	+
Axonotmesis (III)	+	+	+			+	+
Neurotmesis (IV)	+	+	+	+		+	-
Neurotmesis (V)	+	+	+	+	+	+	-
VI	Las fibras y fascículos demuestran diferentes cambios histológicos					+	+/-

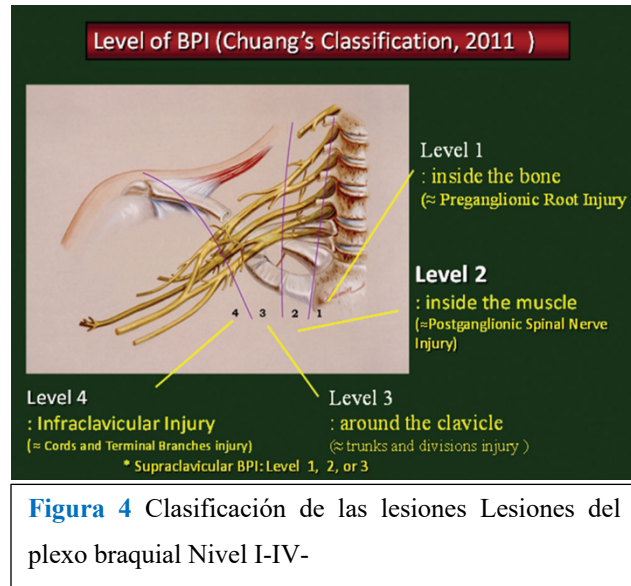
Después de determinar el grado de lesión nerviosa, existe un sistema de clasificación para la parálisis del nervio radial para ayudar aún más con su diagnóstico clínico e intervención.²¹ Todas las lesiones del nervio radial deben clasificarse primero como abiertas o cerradas. Las lesiones abiertas incluyen lesiones asociadas con heridas penetrantes, laceraciones o exploraciones quirúrgicas cerca del nervio radial.²¹ Si existe la más mínima preocupación de que el nervio pueda ser lacerado por fragmentos óseos o trauma quirúrgico, entonces el nervio debe ser explorado. La parálisis del nervio radial también se puede clasificar como lesiones por compresión aguda o crónica.^{12,21}

Nivel de lesión nerviosa.

Un factor importante en la recuperación del paciente después del daño a los nervios periféricos es el nivel de lesión. La distancia desde las placas terminales motoras influye directamente en el tiempo de recuperación, con fibrosis, cicatrización e infiltración grasa del músculo que ocurre en el músculo denervado a los ~ 12 meses. Por lo tanto, las lesiones nerviosas proximales ubicadas en un sitio alejado de la placa terminal muscular tienen más impedimento para regenerarse y finalmente se asocia con peores resultados que más lesiones distales.^{20,33,34}

Se han propuesto varias clasificaciones del nivel de las lesiones del plexo braquial; por ejemplo, dos niveles como supraclavicular e infraclavicular; tres niveles como supra, retro e infraclavicular y cuatro niveles como raíz preganglionar, raíz posganglionar, tronco y división, ramas del cordón y terminales, etc. El aspecto más confuso es la llamada raíz posganglionar. De hecho, después del ganglio de la raíz dorsal, las raíces ventrales y dorsales continúan solo unos pocos milímetros de distancia (<5 mm) y se unen para convertirse en un nervio mixto donde ya no es una raíz. Por lo tanto, los componentes del plexo braquial son raíces, nervios espinales, troncos, divisiones, cordones y ramas terminales. Para evitar confusiones anatómicas, en el Hospital Chang Gung Memorial, se han descrito lesiones del plexo braquial con "número", Nivel I-IV, en lugar de la descripción de la palabra (Figura 4).²⁸

1. Lesión de nivel I - dentro del hueso (vertebral): es una lesión de raíz preganglionar, que incluye médula espinal, raicilla y raíz. Se requiere laminectomía para ver los nervios.
2. Lesión de nivel II - dentro del músculo (scalenus): es una lesión del nervio espinal posganglionar, ubicada en el espacio interescalénico proximal al nervio supraescapular. Requiere resección segmentaria del músculo scalenus anterior para ver los nervios.
3. Lesión de nivel III - pre y retroclavicular: incluye troncos y divisiones. Se requiere una osteotomía de la clavícula para ver los nervios.
4. Lesión de nivel IV - Infraclavicular: incluye cordones y lesiones de ramas terminales proximales a la fosa axilar. Suele ser una lesión de nivel aislado con una alta incidencia de fractura escapular, lesión vascular y luxación glenohumeral.



En cuanto a los niveles de lesión de nervio radial existen cuatro niveles de acuerdo a sus características anatómicas y cuadros clínicos relacionados.

Lesión de nivel I: lesión del nervio radial infraclavicular (desde la aparición del cordón posterior por vía infraclavicular hasta la entrada del surco espiral del húmero) puede causar la parálisis del codo, la muñeca y las extensiones digitales.

Lesión de nivel II: lesión del nervio radial del surco espiral del húmero (desde la entrada hasta la salida del surco espiral del húmero) Las lesiones a menudo se acompañan con fractura del hueso del húmero y causan parálisis de la extensión de la muñeca, los dedos y el pulgar. Sin embargo, la extensión del codo generalmente se salva.

Lesión de nivel III: lesión del nervio radial del brazo lateral y la fosa antebraquial (desde la salida del nervio radial hasta la articulación humeroradial) Las fracturas de las partes media y media distal del eje tienen una asociación significativamente mayor con la parálisis del nervio radial. La lesión nerviosa en este nivel puede causar parálisis del pulgar y de la extensión de los dedos. La extensión de la muñeca se puede preservar o no, y si lo hace, inducirá la extensión de la muñeca.

Lesión de nivel IV: lesión del nervio radial del nervio interóseo posterior (rama del nervio radial terminal distal a la rama del extensor carpi radialis longus) una lesión de nervio radial (RNI) en este nivel causará parálisis de la extensión del pulgar y de los dedos, pero la extensión de la muñeca queda intacta con desviación radial. (Figura 5)²⁸

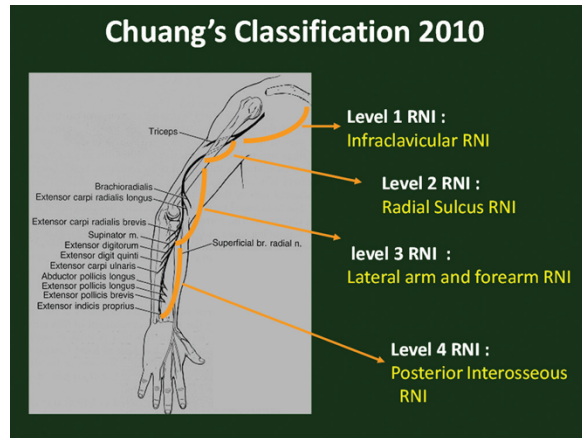


Figura 5 Clasificación de cuatro niveles de lesión del nervio radial

Es obligatorio 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 brachioradialis (BR) y el extensor carpi radialis longus (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. La parálisis baja es cuando la lesión sucede distal a la inervación del BR y el 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.²⁸

Los resultados después de la cirugía de nervios se ven significativamente afectados por una variedad de factores del paciente. La edad del paciente afecta dramáticamente la recuperación del nervio periférico. Los pacientes más jóvenes tienden a mejorar después de una lesión nerviosa; específicamente, los niños pueden recuperarse notablemente después de lesiones devastadoras. Varios estudios han investigado el papel del envejecimiento en la recuperación

después de una lesión nerviosa. En un modelo de rata, se descubrió que los animales más jóvenes tenían una respuesta regenerativa más robusta después de la lesión por aplastamiento y la reparación nerviosa de extremo a lado.

Fumar se ha asociado con una recuperación funcional más lenta de la lesión del nervio periférico en un modelo de rata, aunque en un modelo experimental de neuropatía por compresión y tabaquismo, no se observó ningún efecto.³⁵ Comorbilidades médicas, como diabetes, hipotiroidismo y enfermedad vascular periférica, también pueden afectar la regeneración nerviosa.^{33,36}

Momento de la reparación nerviosa

Existen muchas controversias relacionadas con el momento de la exploración nerviosa. No hay reglas absolutas, pero depende del tipo de lesión, la condición del paciente, las lesiones asociadas, etc. El principio general es que, a mayor retraso, causará cicatrices mayores en el sitio lesionado y mayor muerte de neuronas centrales debido a la ausencia de factores neurotróficos. Esto da como resultado una degeneración de órganos del extremo distal (piel y músculo) y una recuperación deficiente incluso después de la reparación nerviosa. Sin embargo, la reparación anterior a veces causa malos resultados debido a la salud incierta del muñón.

Las lesiones abiertas asociadas con la disfunción del nervio radial deben explorarse de inmediato. Las fracturas o heridas que requieren exploración permiten examinar el nervio radial durante la operación. El nervio radial puede estar comprimido por el húmero o dividido por una fractura en esta región. El tratamiento temprano de esta lesión puede implicar la reparación directa del nervio para las secciones nerviosas.⁴¹ Las lesiones por estiramiento son mucho más comunes y deben tratarse como lesiones cerradas. Barton informó que el 16% de las fracturas del eje humeral se complicaron por parálisis inmediata del nervio radial, mientras que solo se observó 1 caso de división del nervio radial de 23 casos de parálisis del nervio radial después de la exploración inmediata.⁴² En pacientes con avulsión, aplastamiento, lesiones contundentes y heridas de bala, es prudente retrasar la intervención quirúrgica en favor de monitorear al paciente en busca de signos de recuperación espontánea. Los estudios electrodiagnósticos están recomendados de las 8 a las 12 semanas después de la lesión, y a menudo los cambios en la

electromiografía (EMG) precederán a la evidencia clínica del retorno de la actividad muscular. Específicamente, los MUAP significan la recuperación nerviosa a través del brote colateral de un axón intacto. La recuperación debe continuar a un ritmo consistente con la distancia desde la lesión hasta la siguiente rama motora y puede predecirse con base en una estimación de 1 mm/día. En general, para los pacientes sin signos de recuperación en el examen clínico periódico, o en los estudios electrodiagnósticos, de los 3 a 4 meses después de la lesión, se debe considerar la intervención quirúrgica.⁴⁰

Una parálisis cerrada del nervio radial debe explorarse quirúrgicamente de inmediato sólo si se sospecha una sección del nervio radial a pesar de una herida cerrada (como cuando se presenta un desplazamiento de fractura significativo y lesiones de alta velocidad). De lo contrario, el paciente debe ser observado durante 3 meses. Se debe proporcionar al paciente una férula para la muñeca y se inicia terapia física para maximizar la función y preservar el rango de movimiento pasivo de las articulaciones afectadas. Si no se detecta evidencia clínica o eléctrica de reinervación en el período de observación de 3 meses, se indica la exploración quirúrgica.⁴³

En general, se acepta que los nervios recién seccionados deben repararse de forma aguda sin el menor retraso.³⁷ La reparación temprana reducirá sustancialmente la muerte postoperatoria de las células nerviosas y en este momento los puntos de referencia anatómicos, como los vasos sanguíneos epineurales, todavía se pueden usar para garantizar una correcta correspondencia de los extremos nerviosos. Con el aumento del retraso preoperatorio, los resultados empeoran progresivamente como resultado de la fibrosis del segmento del nervio distal, la atrofia de las células de Schwann y la pérdida progresiva de neuronas.³⁸

La reparación nerviosa puede clasificarse según el momento en que se realiza. Cuando los nervios que se reparan en las primeras 72 horas se considera una reparación aguda. La reparación primaria retardada ocurre entre 72 horas y 1 semana. Las reparaciones nerviosas realizadas después de 1 semana se consideran reparaciones secundarias. Dentro de las primeras 72 horas, la estimulación del aspecto distal del nervio motor todavía es posible y, por lo tanto, puede ayudar a facilitar la alineación nerviosa adecuada. Además, las lesiones nerviosas exploradas de manera temprana tienen menos probabilidades de verse afectadas por la retracción

del extremo nervioso, las cicatrices y la tensión. Una vez que los neurotransmisores motores han desaparecido del muñón distal, el extremo nervioso distal ya no puede ser estimulado, y uno debe confiar en el conocimiento de la topografía nerviosa para la reconstrucción.³⁹

Chuan divide en cinco tipos las lesiones nerviosas según el momento de la reparación:

1. Reparación nerviosa inmediata.
2. Reparación nerviosa temprana.
3. Reparación nerviosa temprana-tardía.
4. Reparación nerviosa tardía.
5. Reparación nerviosa crónica.

Reparación inmediata del nervio (reparación dentro de los 2 primeros días): Indicada en nervio evidentemente seccionado con herida abierta que produce pérdida motora o sensitiva. Si se asocia con lesión arterial, la reparación del nervio se puede realizar junto con la reparación vascular inmediata o la reparación retardada en pocos días.

Reparación nerviosa temprana (dentro del primer mes): Indicada en heridas previamente afrontadas con sección nerviosa conocida, que no se reparó durante la exploración primaria de la herida. La historia clínica y la evaluación por sí solas son suficientes y no se necesitan más pruebas.

Reparación nerviosa temprana-tardía (dentro de los primeros 5 meses): Indicada en heridas de tracción cerrada con lesión nerviosa desconocida, y lesión del nervio radial (RNI) y, si hay un estancamiento del signo de Tinel después de 2 a 3 meses de seguimiento.

Reparación nerviosa tardía (más de 6 meses después de la lesión): La reparación nerviosa aún es posible, pero a menudo se requiere un procedimiento adicional para mejorar el resultado. Se anticipa una rehabilitación más prolongada.

Reparación nerviosa crónica (1 año después de la lesión): Por lo general, se debe a derivaciones o presentaciones tardías, recuperación fallida después de la reparación nerviosa y en complicaciones de una lesión o tratamiento asociado, como una lesión en la cabeza, quemaduras eléctricas, osteomielitis, complicaciones de la cirugía abdominal, rigidez articular, dolor, trastorno psiquiátrico, etc. En estos casos, generalmente se requiere reconstrucción por etapas.²⁸

Tratamiento:

El tratamiento no quirúrgico ciertamente tiene un papel importante. Muchas afecciones que incluyen parálisis del nervio radial son transitorias y pueden tratarse de manera no quirúrgica. Las neuropatías de compresión pueden tratarse inicialmente con reposo, modificación de la actividad, medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (NSAID), terapia con vitaminas y un período de inmovilización con una férula funcional. Uno de los aspectos más importantes de este tratamiento es mantener un rango de movimiento pasivo completo en todas las articulaciones afectadas a través de programas de ejercicio y el uso de férulas dinámicas.⁴⁴

Las lesiones cerradas del nervio radial pueden asociarse con una amplia gama de patologías subyacentes. La exploración quirúrgica está indicada sólo cuando se sospecha la sección del nervio radial, como podría ser el caso después de una fractura humeral conminuta. Si no se sospecha una sección del nervio radial, se debe observar de cerca al paciente durante un período de 3 meses. El resultado clínico depende de una determinación precisa del grado de lesión nerviosa basada en una historia clínica completa del paciente y un estudio electrodiagnóstico físico y oportuno (cuando esté indicado). Afortunadamente, la mayoría de las parálisis del nervio radial cerradas están asociadas con una neurapraxia o una lesión de segundo o tercer grado que generalmente se recuperan espontáneamente con el tiempo. Se puede usar el signo de Tinel para seguir la recuperación progresiva del nervio a lo largo de su curso anatómico en lesiones de segundo y tercer grado.²¹

Es importante prevenir las contracturas articulares con una férula para muñeca y una terapia física agresiva durante los 3 meses de observación. Es importante determinar si el nervio se está regenerando adecuadamente o no. El orden en el que se espera que se recupere la inervación es la misma secuencia en la que los músculos están inervados proximales al codo por el nervio radial: el músculo brachioradialis, el extensor carpi radialis longus y el extensor carpi radialis brevis. La secuencia de los músculos restantes por reinervar son el extensor carpi ulnaris, extensor digitorum communis y extensor digiti minimi. Después de inervar este grupo, el nervio viaja aproximadamente 4 cm para inervar al abductor pollicis longus, extensor pollicis brevis, extensor indicis proprius y extensor pollicis longus.⁴³ La intervención quirúrgica está indicada si

no se observa evidencia clínica o eléctrica de reinervación dentro de los 3 meses posteriores a la lesión (Tabla 4).

Para el pronóstico, las lesiones de neurapraxia (primer grado), axonotmesis (segundo y tercer grado), se recuperarán con el tratamiento no quirúrgico a menos que el sitio de la lesión se localice en un área conocida de compresión nerviosa que necesita ser liberada quirúrgicamente o si la velocidad de regeneración disminuye en áreas más distales. Las lesiones de neurotmesis (cuarto y quinto grado) siempre requerirán intervención quirúrgica.^{15,44}

Tabla 4. Recuperación de las lesiones nerviosas					
Grado de lesión nerviosa		Pronóstico	Recuperación	Estudios de conducción nerviosa	
Clasificación Seddon *	Clasificación Sunderland **			FP	MUAP
Neurapraxia	I	Favorable	Espontánea, rápida, completa	Ninguna	Normal
Axonotmesis	II	Favorable	Espontánea, lenta, completa	Presente	Presente
	III	Favorable	Espontánea, lenta, incompleta	Presente	Presente
Neurotmesis	IV	No favorable	No recuperación	Presente	Ausente
	V	No favorable	No recuperación	Presente	Ausente
	VI ***	Combinado	Variable		

Abreviaturas: FP, potenciales de fibrilación. MUAP, potenciales de acción de la unidad motora.

* Seddon HJ. Tres tipos de lesión nerviosa. *Cerebro* 1943; 66 (4): 237–288.

** Sunderland S. Una clasificación de lesiones nerviosas periféricas que producen pérdida de función. *Brain* 1951; 74 (4): 491–516.

*** Mackinnon SE, Dellon AL, eds. *Cirugía del nervio periférico*. Thieme, 1988.

Sin tratamiento quirúrgico, estas lesiones de sección resultan en una pérdida funcional que puede afectar seriamente la calidad de vida general del paciente. Para recuperar la función, los nervios seccionados deben reconstruirse para permitir la regeneración axonal en el músculo distal objetivo y receptores sensitivos en la piel.¹⁵ Hay varios factores que influyen en la recuperación después de una lesión nerviosa: tiempo transcurrido, edad del paciente, mecanismo, proximidad de la lesión a objetivos distales y lesiones vasculares o de tejidos blandos asociadas.

En resumen, el momento quirúrgico en una lesión traumática del nervio periférico se define por la "regla de tres": cirugía inmediata dentro de los 3 días para lesiones limpias y agudas;

cirugía temprana dentro de las 3 semanas por lesiones contundentes; y cirugía retardada, realizada 3 meses después de la lesión, por lesiones cerradas.^{4,31}

Elección del tratamiento de parálisis radial alta

Todas las parálisis del nervio radial asociadas con heridas abiertas deben explorarse quirúrgicamente. Si se descubre que el nervio está en continuidad en el momento de la exploración, se trata como una lesión cerrada. Si el nervio radial se ha seccionado bruscamente, pero hay una longitud nerviosa adecuada y una lesión mínima de los tejidos blandos, entonces debe repararse de forma primaria. La reparación primaria del nervio debe realizarse sin tensión movilizándolo el nervio tanto proximal como distalmente.²¹

Hay cuatro tipos de reparaciones nerviosas: reparaciones epineuriales, perineuriales, epiperineuriales y fasciculares grupales. Todavía no hay consenso con respecto a cuál es superior a otra. El punto clave es la precisión de la aproximación de la sutura. Las siguientes condiciones se encuentran con frecuencia durante la reparación del nervio:

1. Sutura nerviosa uno a uno con tamaño similar o discrepancia leve de muñones (Figura 5)
2. Sutura nerviosa uno a uno con una discrepancia significativa de muñones: utilizando la técnica de recorte en forma de lápiz (Figura 6)
3. Múltiples nervios pequeños a un nervio grande: utilizando la técnica de recorte en forma de lápiz.²⁸

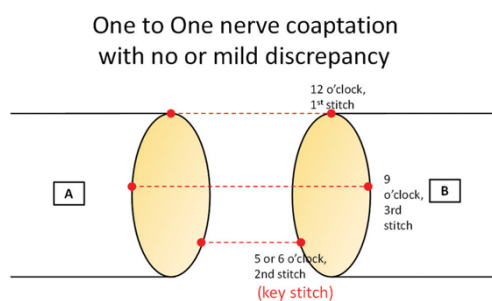


Figura 5 Sutura nerviosa uno a uno con discrepancia nula o leve.

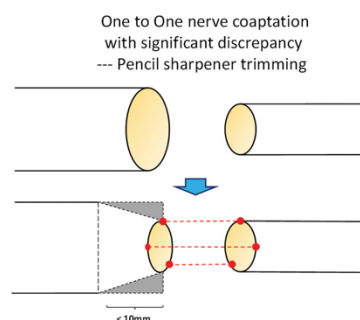


Figura 6 Sutura nerviosa uno a uno con una discrepancia significativa de muñones utilizando la técnica de recorte en forma de lápiz

En pacientes con lesiones que impiden la reparación primaria, el injerto o la transferencia nerviosa pueden proporcionar una reinervación muscular y resultados satisfactorios. Sin embargo, queda un subconjunto de pacientes que no recuperan una función satisfactoria. Además, algunos pacientes pueden presentarse de manera tan retrasada que es poco probable que se produzca la reinervación debido a la denervación muscular prolongada. Otro grupo de pacientes pueden recibir un tratamiento con transferencias tendinosas en lugar de reconstrucción nerviosa.

El objetivo principal es conseguir que los axones motores alcancen la placa final del músculo objetivo antes de la fibrosis muscular y la atrofia, que ocurre aproximadamente a los 12 meses.⁴⁵ El efecto del tiempo de denervación afecta negativamente no sólo el músculo del órgano terminal, sino también los muñones nerviosos proximales y distales. Las células de Schwann en el muñón del nervio distal brindan un apoyo crítico para promover y dirigir la regeneración de axones a través de proteínas esenciales de la membrana basal, y moléculas de adhesión y neurotróficas. Con la denervación prolongada, la capacidad de las células de Schwann para proporcionar dicho soporte disminuye y muchas pueden sufrir apoptosis. También se ha demostrado que la reparación nerviosa retardada de más de 6 meses después de la sección reduce el número de neuronas motoras en regeneración hasta un tercio del número original.¹²

Por lo tanto, la recuperación funcional es directamente proporcional al número de axones que alcanzan la placa final objetivo e inversamente proporcional al tiempo de la denervación. El tejido muscular es sensible al tiempo; se someterá a reemplazo por tejido graso y fibrosis con el tiempo. La reparación del nervio sensitivo en contraste puede completarse en cualquier momento después de la lesión.⁴⁶ Debido a que las placas terminales motoras no están fuera del alcance de los axones en regeneración, los pacientes con lesiones nerviosas radiales bajas e intermedias reparadas principalmente o injertadas a los 3 a 4 meses tienen un pronóstico excelente, sucede lo contrario cuando los axones tienen que recorrer una larga distancia después de una lesión nerviosa radial alta. Esto ha resultado en la recomendación para la tendinosa o nerviosa después de lesiones altas que no se recuperan en 3 meses. Además, los pacientes con pérdida completa de la función del nervio radial después de la neuritis o cuyo tratamiento se ha retrasado significativamente, deben considerarse para la transferencia tendinosa o nerviosa.²¹

De esta manera las lesiones altas del nervio radial, con neurotmesis (grados IV y V de Sunderland) pueden ser manejadas mediante transferencia nerviosa o tendinosa. La determinación de, si una lesión nerviosa periférica se reconstruye con transferencias nerviosas y/o tendinosas depende de varios factores: el mecanismo y la ubicación de la lesión, las lesiones concomitantes, (es decir, tejido blando, óseo o vascular) y el tiempo transcurrido desde la lesión.⁴⁷

El tiempo transcurrido desde la lesión hasta la reconstrucción determina si las transferencias tendinosas o nerviosas son apropiadas. Hay cambios irreversibles que dependen del tiempo que ocurren en las placas terminales motoras; por lo tanto, cuanto más tiempo esté denervado el músculo objetivo, menor será la probabilidad de reinervación exitosa y mayor será la probabilidad de que se requieran transferencias tendinosas. En general, el tiempo óptimo de intervención quirúrgica con transferencias nerviosas es antes de los 6 meses. La exploración y reconstrucción tempranas con transferencias nerviosas entre 3 y 6 semanas están indicadas cuando existe una alta sospecha de avulsión de la raíz o una lesión del nervio proximal que no alcanzará la placa motora distal antes de que se vuelva resistente a la reinervación. Los resultados de las transferencias nerviosas retardadas (9 a 12 meses) o tardías (> 12 meses) tienen resultados insatisfactorios porque el tiempo para que el nervio reinerve a los músculos objetivos es mayor que el tiempo de supervivencia de la placa motora después de la denervación. Es en estos casos que se recomienda la transferencia tendinosa o una transferencia microvascular muscular junto con una transferencia nerviosa motora extraplexo.

Transferencia nerviosa

Las transferencias nerviosas convierten una lesión proximal en una distal transfiriendo la función nerviosa redundante “cercana” a un nervio distal denervado cerca del objetivo. El concepto de transferencia nerviosa en sí no es nuevo, pero ha ganado un impulso significativo durante la última década, y muchos autores informaron buenos resultados.¹² Aunque no existen pautas definitivas sobre cuándo utilizar las transferencias nerviosas, se siguen un conjunto general de parámetros para adaptar el procedimiento de cada paciente. Las indicaciones incluyen: lesiones del plexo braquial u otras lesiones proximales, larga distancia de las placas terminales motoras objetivo, presentación retardada, trauma significativo en la extremidad que resulta en

pérdida segmentaria de la función nerviosa y lesión previa con cicatrices significativas alrededor de estructuras vitales óseas o vasculares. El uso de transferencias nerviosas proporciona cierta indemnización por el retorno de la función en los casos en que el uso de injertos nerviosos o reparación primaria puede resultar poco confiable. En una lesión proximal del nervio radial es posible restaurar la función distal con ramas motoras redundantes del nervio mediano.¹² La transferencia del nervio distal para la función del nervio radial se puede realizar utilizando el flexor digitorum superficialis y las ramas del flexor carpi radialis del nervio mediano en el antebrazo proximal. Se utiliza el nervio flexor digitorum superficialis para el nervio extensor carpi radialis brevis y el nervio flexor carpi radialis para el nervio interóseo posterior para la sinergia de la reeducación motora consistente con el efecto tenodesis.¹²

Las transferencias nerviosas son ventajosas ya que minimizan el tiempo de reinervación, tienen resultados más confiables, tienen pocos problemas de contracción, requieren disección en planos de tejido no lesionados y sin cicatrices, y evitan la interrupción del equilibrio de la unidad tendón-músculo. Las desventajas de las transferencias nerviosas incluyen un tiempo de recuperación más prolongado, la posibilidad de una recuperación incompleta y una reeducación motora difícil. Una contraindicación general para una transferencia nerviosa es cuando otras opciones reconstructivas proporcionan un resultado equivalente o superior con menos morbilidad o menor tiempo de recuperación.⁴⁷ Una transferencia nerviosa requiere sólo unos días de inmovilización y ofrece la posibilidad de una extensión independiente del dedo, pero requiere reeducación postoperatoria y 10 a 12 meses para la recuperación. La elección de transferencia tendinosa no depende del tiempo, y la transferencia nerviosa debe hacerse dentro de un límite de tiempo.²⁰

Transferencia tendinosa

Una transferencia tendinosa reubica la inserción de una unidad musculotendinosa en funcionamiento para restaurar el movimiento perdido y la función en otro sitio.¹³ Implican separar el tendón distalmente, movilizar la unidad musculotendinosa y redirigirlo a una nueva inserción distal en el hueso o el tendón. Las transferencias tendinosas redistribuyen la potencia de una función para compensar las pérdidas de potencia de otra función debidas a la destrucción

muscular, tendinosa o nerviosa (parálisis muscular). En ninguna otra área de la cirugía de las extremidades superiores, un conocimiento profundo de la anatomía funcional es más esencial, pero los procedimientos están entre los más interesantes, diversificados, desafiantes y gratificantes.

La indicación más común para los procedimientos de transferencia tendinosa de la extremidad superior es una lesión nerviosa periférica que no tiene potencial para mejorar. Esto incluye lesiones nerviosas que son físicamente irreparables, como avulsiones de la raíz, lesiones nerviosas que no se recuperan después de la reparación, injerto nervioso, y transferencias nerviosas fallidas. Además, los procedimientos de transferencia tendinosa a menudo están indicados cuando las lesiones nerviosas periféricas se presentan tan tarde que la reinervación muscular es imposible debido a la fibrosis motora de la placa terminal. Otras indicaciones comunes incluyen pérdida de músculo o tendón después de un trauma, déficits neurológicos centrales como lesiones de la médula espinal y parálisis cerebral, y rupturas espontáneas de tendones en pacientes con artritis reumatoide. Otros trastornos más raros, como la poliomielitis y la lepra, pueden provocar una discapacidad que puede beneficiarse de este procedimiento.¹³

La aplicación de ciertos principios fundamentales es esencial para el éxito de las transferencias de las unidades musculotendinosas. Estos principios han sido repetidos con tanta frecuencia que a veces su importancia puede quedar eclipsada por su familiaridad, pero continúan siendo elementos esenciales en el éxito de las transferencias tendinosas.¹³ Fueron establecidos por cirujanos como Mayer y Bunnell y deben cumplirse independientemente de si las transferencias son para restaurar la función motora del nervio mediano, radial o cubital.

1. Prevención y corrección de contracturas: El movimiento pasivo máximo de todas las articulaciones debe estar presente antes de que se pueda realizar una transferencia tendinosa. Esto se debe a que ninguna transferencia de tendón puede mover una articulación rígida, y es imposible que una articulación tenga un mayor rango de movimiento activo después de la operación que su rango preoperatorio de movimiento pasivo. Las contracturas de los tejidos blandos y las articulaciones son más fáciles de prevenir que de corregir, por lo que es imperativo

que todas se mantengan flexibles después de cualquier lesión nerviosa, particularmente aquellas con lesiones asociadas de los tejidos blandos.^{13,48,49,50}

2. Equilibrio de tejidos blandos: el momento de las transferencias tendinosas es controvertido, pero todos los autores están de acuerdo en que no se debe realizar ninguna transferencia hasta que los tejidos locales estén en condiciones óptimas. La expresión de Steindler "equilibrio tisular", implica que la induración de los tejidos blandos se ha resuelto, las heridas han madurado, las articulaciones son flexibles y las cicatrices son suaves. Realizar transferencias tendinosas, o cualquier operación electiva, antes de alcanzar el equilibrio tisular es invitar al desastre. Las transferencias tendinosas funcionan mejor cuando pasan entre la grasa subcutánea y la capa fascial profunda y es poco probable que funcionen en una cicatriz.^{13,49,50}

3. Donador de excursión adecuada: La excursión o movimiento lineal máximo de la unidad musculotendinosa transferida debe ser adecuada para lograr el movimiento deseado de la mano. Esto significa que la unidad musculotendinosa transferida debe tener una excursión similar a la del tendón que está reemplazando. En adultos, los flexores y extensores de muñeca tienen aproximadamente 33 mm de excursión, los extensores extrínsecos de los dedos tienen aproximadamente 50 mm de excursión, y los flexores extrínsecos de los dedos tienen aproximadamente 70 mm de excursión. La mayoría de las veces, una unidad musculotendinosa donadora con excursión adecuada estará disponible para la transferencia. Sin embargo, en algunas situaciones, ninguna de las unidades musculotendinosas donadoras disponibles tendrá la excursión requerida. En estos casos, el efecto tenodesis a menudo se puede utilizar para aumentar la excursión del tendón transferido (Tabla 5).^{13,50,51}

Tabla 5. Excursión de tendones	
Estructura	Recorrido
Flexores y extensores de la muñeca	33 mm
Extensores de los dedos y EPL	50 mm
Flexores de los dedos	70 mm

4. Fuerza suficiente: El músculo elegido como donador para la transferencia debe ser lo suficientemente fuerte como para realizar su nueva función en su posición alterada. Las fuerzas

relativas (y las excursiones) del músculo donante, así como los músculos cuya función reemplazarán, deben coincidir lo más posible. La capacidad de trabajo de un músculo está relacionada con su volumen. El principio de elegir una unidad musculotendinosa donadora con la fuerza adecuada significa que debe ser lo suficientemente fuerte como para lograr el movimiento deseado, pero al mismo tiempo, sin excederse demasiado. Una unidad musculotendinosa donadora que es demasiado débil tendrá un movimiento y una función inadecuados, mientras que un donador que sea demasiado fuerte provocará un movimiento desequilibrado y una postura inadecuada en reposo. Al evaluar las posibles unidades de musculotendinosas donadoras, es más fácil comparar su fuerza relativa que la fuerza absoluta. El flexor carpi radialis, los extensores de la muñeca, los flexores de los dedos y el pronator teres tienen una fuerza relativa de 1. El brachioradialis y el flexor carpi ulnaris son más fuertes y tienen una fuerza relativa de 2. El extensor digitorum communis es más débil y tiene una fuerza relativa de 0.5. El abductor pollicis longus, extensor pollicis longus, extensor pollicis brevis y palmaris longus son todos aún más débiles, con fuerza relativa de 0.1 a 0.14.^{55,51}

5. Donador prescindible: la transferencia de una unidad musculotendinosa no debe provocar una pérdida inaceptable de la función. Por lo tanto, siempre debe haber al menos otra unidad musculotendinosa que proporcione la misma función que la que se transfiere para que la función original de la transferencia no se pierda por completo. No se deben transferir simultáneamente tanto el extensor carpi radialis longus como el extensor carpi radialis brevis para restaurar nuevas funciones porque se perdería la extensión activa de la muñeca. Lo mismo es cierto para el flexor carpi radialis y flexor carpi ulnaris.^{13,50}

6. Línea recta de tracción: La transferencia debe realizarse en línea recta desde su propio origen hasta la inserción del tendón que debe sustituir. Si la transferencia de un tendón no se ejecuta en línea recta, se necesita aumentar la fuerza para superar la fricción con los tejidos blandos circundantes y la transferencia intentará migrar para que se ejecute en línea recta. A veces esto no es posible, por ejemplo, en la opondoplastia del extensor indicis proprius o flexor digitorum superficialis, la transferencia debe pasar a través de una polea robusta que no puede migrar con el tiempo, porque esto provocaría la pérdida o la restricción de la función. La transferencia debe realizarse en línea recta desde su origen hasta la polea, y desde la polea hasta

la inserción del tendón que debe reemplazar. Además, el cambio angular en la dirección de la transferencia en la polea debe ser lo más pequeño posible para minimizar la fricción y la formación de adherencias.^{13,50,51}

7. Sinergia: El principio de sinergia se refiere al hecho de que ciertos grupos musculares generalmente trabajan juntos para realizar una función o movimiento. La flexión de la muñeca y la extensión de los dedos son movimientos sinérgicos que a menudo ocurren simultáneamente durante la actividad normal. Cuando uno flexiona la muñeca, los dedos se extienden automáticamente. La extensión de la muñeca y la flexión de los dedos son igualmente sinérgicas. Sin embargo, la flexión y extensión de los dedos normalmente no ocurren juntas y no son movimientos sinérgicos. La transferencia de un flexor de muñeca para restaurar la extensión del dedo se adhiere al principio de sinergia, mientras que no es así en la transferencia de un flexor de dedo para proporcionar la extensión. Una transferencia sinérgica es preferible, aunque a veces una transferencia no sinérgica es la única opción disponible.^{13, 49,52}

8. Función única por transferencia: El principio final es que se debe usar un solo tendón para restaurar una sola función. La transferencia de una unidad musculotendinosa para restaurar múltiples funciones resultará en una fuerza y movimiento comprometidos. La excepción a esta regla es que se puede usar una sola unidad de tendones musculares para restaurar el mismo movimiento en más de un dígito. Por ejemplo, el flexor carpi ulnaris no debe usarse para reemplazar la extensión de la muñeca y los dedos. Es importante recordar estos principios al evaluar a un paciente para un procedimiento de transferencia tendinosa. Aunque el cumplimiento de estos principios no garantiza el éxito, ignorarlos invita al fracaso.^{13,49}

Hay muchos factores biomecánicos que afectan la capacidad de un tendón transferido para mover una articulación. Sin embargo, hay cuatro conceptos principales que son especialmente importantes: excursión de la unidad musculotendinosa, capacidad de generación de fuerza de la unidad musculotendinosa, el brazo del momento y la tensión a la que se establece la transferencia.

Las transferencias tendinosas para la parálisis del nervio radial datan de finales del siglo XIX; desde entonces, se han descrito más de 50 modificaciones. Como se realizan hoy, las transferencias tendinosas para la parálisis del nervio radial se encuentran entre las transferencias tendinosas más confiables y efectivas. Una combinación común de transferencias tendinosas para la parálisis del nervio radial incluye 1) pronator teres a extensor carpi radialis brevis; 2) Flexor carpi radialis a extensor digitorum comunis; y 3) Palmaris longus a extensor pollicis longus (Tabla 6).^{49,50}

Tabla 6. Mejores combinaciones de transferencias tendinosas para parálisis radial alta		
Transferencia de FCR (Brand, Starr, Tsuge y Adachi)	Transferencia FDS (Boyes, Chuinard)	Transferencia de FCU
PT a ECRB	PT a ECRL y ECRB	PT a ECRB
FCR a EDC	FDS III a EDC	FCU a EDC
PL a EPL	FDS IV a EIP y EPL	PL a EPL
	FCR a APL y EPB	

Transferencias para restaurar la extensión de la muñeca: El pronator teres se usa comúnmente para restaurar la extensión de la muñeca. Normalmente se transfiere al extensor carpi radialis brevis, porque la inserción del extensor carpi radialis longus puede provocar una desviación radial excesiva de la muñeca. El pronator teres es un buen donador porque tiene una fuerza adecuada y preserva los flexores de la muñeca para otros usos. La transferencia de pronator teres al extensor carpi radialis brevis, se puede realizar después de una lesión alta del nervio radial, actuando como una férula interna mientras el nervio se regenera (Figura 6).^{15,41,49,50,53}

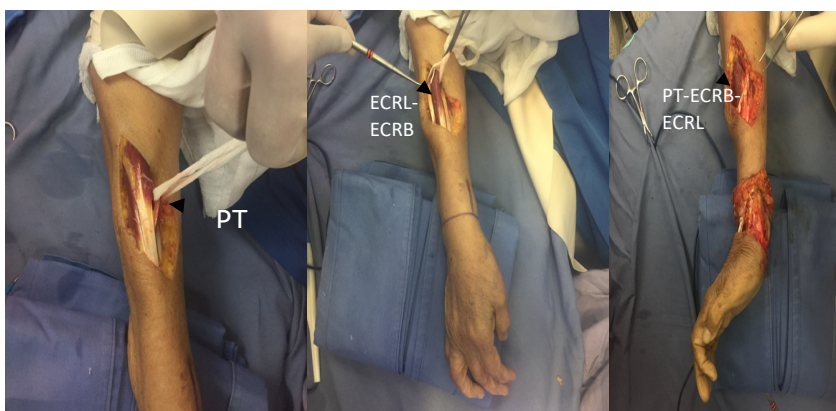


Figura 7 Disección de PT, ECRL y ECRB y su transferencia tendinosa para la extensión de la muñeca

Transferencias para restaurar la extensión de los dedos: Debido a que la extensión de los dedos y la flexión de la muñeca son sinérgicas, se puede usar el flexor carpi ulnaris o flexor carpi radialis para restaurar la extensión digital. La transferencia tendinosa de elección para restaurar la extensión de los dedos es la transferencia del flexor carpi radialis al extensor digitorum comunis (Figura 7). Hay un número de razones para esto:

1. El flexor carpi ulnaris es más fuerte que el flexor carpi radialis, y su sacrificio da como resultado un debilitamiento sustancial de la flexión de la muñeca y la pérdida del movimiento de lanzamiento de dardos.
2. La elección del flexor carpi ulnaris elimina el único desviador cubital restante de la muñeca, lo que resulta en una desviación radial, particularmente en pacientes con parálisis del nervio interóseo posterior.
3. El flexor carpi ulnaris tiene una porción tendinosa más corta y un vientre muscular más distal que requiere una disección proximal significativa.

El flexor carpi radialis se puede transferir por vía subcutánea alrededor de los bordes radial o cubital del antebrazo distal o a través de la membrana interósea. Por lo general, se pasa alrededor del borde cubital de la muñeca y el antebrazo distal para evitar una desviación radial excesiva.^{15,49,50,51,53,58}



Figura 8 Disección de EDC y FCR y su transferencia tendinosa para la extensión de los dedos

Transferencias para restaurar la extensión del pulgar: Aunque la función normal del pulgar requiere un extensor pollicis longus, extensor pollicis brevis y abductor pollicis longus funcionales, se puede obtener una función satisfactoria simplemente restaurando el extensor pollicis longus (Figura 8). El palmaris longus es el más utilizado para restaurar la extensión del pulgar. Se transfiere alrededor del borde radial de la muñeca al extensor pollicis longus, que debe liberarse de su túnel osteofibroso y transponerse radialmente. La transposición del extensor pollicis longus fuera del tercer compartimento extensor, permite una línea de tracción más recta. Además, permite que la transferencia tendinosa proporcione cierto grado de abducción radial además de la extensión de la articulación IP. Se debe tener cuidado para evitar sobretensar la transferencia, ya que esto provocará hiperextensión de la articulación MCP del pulgar. Si el palmaris longus no está disponible, el flexor digitorum superficialis IV se usa comúnmente para restaurar la extensión del pulgar. La ausencia del palmaris longus varía ampliamente entre los grupos étnicos y la ausencia se observa en aproximadamente el 20% de las poblaciones caucásicas, pero solo en el 5% de las poblaciones asiáticas. Como el palmaris longus es un donante integral para la extensión o abducción del pulgar en muchas combinaciones de transferencias tendinosas, la ausencia del palmaris longus impediría su uso. En tal caso, el cirujano debe contemplar el uso de las transferencias tendinosas tipo flexor digitorum superficialis, generalmente del dedo anular, la transferencia del flexor carpi radialis dividido o una transferencia que utilice el flexor carpi ulnaris como único donante. ^{15,49,50,53}

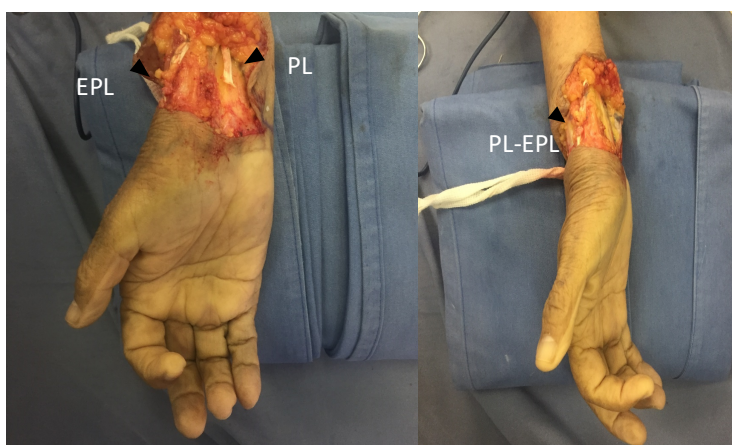


Figura 9 Disección de EPL y PL su transferencia tendinosa para la extensión del pulgar

Se debe prestar especial atención a la tensión de la transferencia. La tensión adecuada de la transferencia tendinosa es una de las partes más difíciles del procedimiento. En general, probablemente sea mejor hacer la transferencia demasiado tensa que demasiado relajada. Aunque una transferencia demasiado tensa se relajará en cierto grado con el tiempo, una transferencia demasiado relajada nunca se tensará. Sin embargo, existe cierta evidencia en la literatura de que la mayoría de las transferencias tendinosas se establecen con demasiada tensión. Fridén y Lieber midieron la longitud del sarcómero intraoperatorio después de realizar transferencias tendinosas utilizando técnicas de tensión estándar y descubrieron que casi todas las transferencias tendinosas eran demasiado tensas, lo que resultaba en una longitud de sarcómero subóptima y una generación de fuerza activa de sólo el 28% de lo normal.⁵⁴

Las transferencias tendinosas son ventajosas porque dan como resultado el retorno de la función poco después del período de inmovilización (dentro de 4 a 6 semanas). Las desventajas de las transferencias tendinosas incluyen disección extensa, la inmovilización postoperatoria para permitir que el tejido de tendón a tendón sane, la posible formación de adherencias cicatriciales que pueden restringir el deslizamiento muscular y tendinoso, un grado de pérdida de fuerza muscular transferida y la insuficiencia potencial del tendón (Tabla 7).

Tabla 7. Transferencia nerviosa Vs transferencia tendinosa		
	Transferencia Nerviosa	Transferencia tendinosa
Paciente	Alta destreza, requiere movimiento fino Motivado, perspicaz Inmovilización no tolerada (es decir, rigidez, hinchazón, síndrome de dolor regional crónico)	Se requieren resultados rápidos Mayor edad
Tiempo	< 10 meses desde la lesión	En cualquier momento
Cirugía	Mayor tiempo quirúrgico Curva de aprendizaje inicial Reparación del nervio libre de tensión crítica	Menor tiempo quirúrgico Establecer la tensión es crítico
Cuidados postquirúrgicos	Rango de movimiento temprano después de la cirugía Reeducación motora Baja frecuencia, larga duración (12-18 meses)	3-4 semanas de inmovilización Alta frecuencia, duración más corta (3-4 meses)
Resultados	Más tarde (10-12 meses) Ligeramente menos predecible Usualmente excelente	Inmediato Previsible Promedio a bueno

Cuidados postquirúrgicos

Los principios de la rehabilitación tendinosa son tan importantes como los principios de la cirugía de transferencia. Tradicionalmente, se reconocen tres fases de rehabilitación, cada una de las cuales dura aproximadamente 3 semanas. Un período inicial de inmovilización permite la curación temprana y evita daños involuntarios en los sitios de reparación durante la fase inflamatoria aguda. En esta etapa se aplica una férula de brazo largo que inmoviliza el antebrazo en 15 a 30 grados de pronación, la muñeca en aproximadamente 45 grados de extensión, las articulaciones MCP en ligera flexión (10-15 grados) y el pulgar en máxima extensión. Las articulaciones PIP de los dedos quedan libres.^{50,51}

En la segunda etapa se inician arcos de movimiento pasivo temprano para permitir una mayor curación y protección del sitio de reparación al tiempo que garantiza un deslizamiento adecuado del tendón, minimiza las adherencias cicatriciales y previene la contractura articular. El yeso se retira 4 semanas después de la operación y se aplica una férula de brazo corto para sostener la muñeca, los dedos y el pulgar en extensión. Esto debe usarse durante 2 semanas, aunque se retira de forma intermitente para hacer ejercicio. Un programa de ejercicio planificado, que comienza en la semana 4, bajo la guía de un terapeuta experimentado, es muy beneficioso.^{50,51} Finalmente, se inicia el arco de movimiento activo y el sistema nervioso central se entrena para activar la unidad músculo tendinosa transferida para lograr una función diferente a la que está acostumbrada a realizar. El fortalecimiento gradual y el retorno a las actividades se realizan según el paciente individual. Un paciente bien motivado debe tener un buen control de la función a los 3 meses, aunque muchos pacientes necesitan 6 meses para alcanzar la recuperación máxima.⁵¹

Evaluación motora

La evaluación de la recuperación después de la cirugía de nervio periférico sigue siendo un proceso desafiante para los terapeutas y cirujanos. Numerosos mecanismos celulares y bioquímicos que ocurren en los sistemas nerviosos periférico y central afectan los resultados y

resultan en una evaluación difícil de la recuperación. Los instrumentos de medición para la cirugía de nervio periférico deben ayudar al diagnóstico clínico, evaluar y comparar técnicas de reparación quirúrgica, dar seguimiento al progreso de la rehabilitación, proporcionar retroalimentación tanto al paciente como al terapeuta, así como determinar la discapacidad después de la lesión.⁵¹ El estado de la función muscular puede evaluarse cualitativa o cuantitativamente. Después de una lesión nerviosa traumática, el paciente puede tener una pérdida abrupta de la función muscular, pero pueden pasar varias semanas hasta que se vea la atrofia muscular. Este retraso en la atrofia puede complicar el examen del paciente inmediatamente después de una lesión nerviosa, particularmente cuando más de un músculo proporciona un movimiento particular, y los músculos no lesionados pueden suministrar la acción muscular para el músculo denervado.^{51,55,56,}

Existen numerosos cuestionarios de autoinforme que se han utilizado para evaluar el estado de salud, la calidad de vida relacionada con la salud y la discapacidad relacionada específicamente con la patología de las extremidades superiores. Estos cuestionarios son útiles para obtener resultados relacionados con el paciente y el impacto de la lesión / patología en el paciente. Ningún cuestionario ha sido aceptado universalmente y la selección del cuestionario más apropiado depende de la información o los datos requeridos. Los cuestionarios de autoinforme que se utilizan con mayor frecuencia en la cirugía de la mano son los que evalúan el estado de salud (SF-36) y la discapacidad general de las extremidades superiores, como las Discapacidades del brazo, hombro y mano (DASH) y el Cuestionario de resultados de manos de Michigan. (MHQ). También hay una serie de cuestionarios específicos de enfermedades, como el cuestionario del túnel carpiano de Levine, la escala de severidad de intolerancia al frío, la escala funcional específica del paciente (PSFS) y otros cuestionarios específicos para las regiones del hombro y el codo.

Para la evaluación de la fuerza muscular, se encuentran disponibles métodos cuantitativos que utilizan dinamómetros y métodos más cualitativos de prueba muscular manual (MMT). Se han descrito varios dinamómetros manuales para la evaluación de la fuerza muscular. La fuerza de empuje y de agarre se mide comúnmente con sistemas hidráulicos cerrados. La fiabilidad de estos instrumentos se ha demostrado calculando el valor medio de tres ensayos utilizando la

misma posición. La prueba dinamométrica no es adecuada para músculos débiles cuando no se puede realizar el movimiento contra la resistencia, como ocurre a menudo en el caso de lesiones de nervios periféricos.⁵⁷ MMT fue desarrollado por Lovett y descrito por Wright en 1912. Esta técnica ha sido revisada, avanzada y promovida de modo que ha dado lugar a una serie de métodos entre los que el investigador puede seleccionar el más adecuado.⁵⁸

El uso de sistemas de clasificación estandarizados brinda la oportunidad de clasificar la función muscular en pacientes con lesión o compresión nerviosa. Sin embargo, para asegurar comparaciones precisas entre pacientes y resultados, los sistemas de clasificación y calificación dependen de su uso consistente con medidas válidas y confiables.

Muchas de las clasificaciones para el sistema motor se han basado en la evaluación de la fuerza muscular. Birch et al presentaron otro sistema de calificación MRC derivado de Highet que incluía categorías de M0 a M5: M0 = sin contracción, M1 = contracción visible en los músculos proximales, M2 = contracción visible en los músculos proximales y distales, M3 = todos los músculos importantes tanto proximal como distalmente se contraen contra la resistencia, M4 = retorno de la función de manera que todos sinérgicos y los movimientos independientes son posibles, M5 = recuperación completa. Kline y Hudson denominaron este sistema Clasificación de todo el nervio y describieron otro sistema de clasificación de todo el nervio (Sistema americano) que incluía los grados M0 a M6. Aunque el informe de los resultados mediante un sistema de clasificación de la función motora es útil para la comparación de pacientes, los músculos estandarizados Se deben utilizar sistemas de clasificación para garantizar la coherencia y precisión.

La escala propuesta por el Medical Research Council (MRC) se publicó por primera vez en 1943 en un documento titulado "Ayuda para la investigación de lesiones de nervios periféricos (Memorando de guerra n. ° 7)". El sistema de clasificación del British Medical Research Council (MRC) categoriza la fuerza muscular en una escala de 0 a 5, con 0 = sin contracción muscular, 1 = contracción apenas visible, 2 = movimiento con gravedad eliminada, 3 = completo rango de movimiento contra la gravedad, 4 = rango completo de movimiento con resistencia, 5 = fuerza muscular normal. Esto se convirtió en un recurso de texto estándar que se reimprimió muchas

veces y se menciona ampliamente en varios documentos / artículos. En la década de 1970, el documento se volvió a publicar con el título “Ayuda para el examen del sistema nervioso periférico”.⁵⁹ Una debilidad de la escala MRC original es que no consideraba los cambios clínicamente relevantes en el rango de fuerza de grado 3 y 4 en el proceso de recuperación después de lesiones del sistema nervioso periférico. Por ello, se diseñó una nueva escala MRC modificada como un instrumento con más grados, con el fin de representar mejor los cambios clínicos que ocurren en el proceso de recuperación motora luego de las lesiones de nervios periféricos. Los grados 3, 3+ pueden usarse para indicar movimiento contra resistencia parcial o completo y los grados 4-, 4 y 4+ pueden usarse para indicar movimiento contra resistencia leve, moderada y fuerte, respectivamente. Utilizando subdivisiones basados en el grado de resistencia (ligera, moderada y fuerte).⁶⁰

ESCALA MRC		
Valor	Fuerza	Descripción
0	Ausente	Parálisis total
1	Mínima	Contracción muscular visible sin movimiento
2	Escasa	Movimiento eliminado por la gravedad.
3	Regular	Movimiento parcial sólo contra gravedad.
3+	Regular +	Movimiento completo sólo contra gravedad.
4-	Buena -	Movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima.
4	Buena	Movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada.
4+	Buena +	Movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia.
5	Normal	Normal: movimiento completo contra resistencia total.

La escala MRC es ampliamente aceptada y se utiliza con frecuencia. Sin embargo, se sabe poco sobre su fiabilidad y validez en las lesiones de nervios periféricos. En un estudio realizado en el año 2008 para evaluar la confiabilidad y validez, de la escala MRC modificada, reportó la confiabilidad de la escala MRC modificada para la parálisis radial y se demostró que es sustancialmente buena para la extensión de la muñeca, los dedos y el pulgar. Esto es importante ya que la escala MRC se usa con frecuencia en la rutina clínica y en estudios científicos. La mayoría de la literatura relevante, define una recuperación significativa con un puntaje de 3 o mayor en la escala MRC, y un umbral más alto de recuperación deseada se define con un puntaje de 4 o mayor.⁶⁰⁻⁶²

V. Planteamiento del problema

La mano no es sólo una herramienta de trabajo, sino un instrumento delicado de gran importancia para nuestras actividades diarias y nuestro bienestar. Es un órgano que nos protege por el sentido del tacto y que hace que nuestra expresión al mundo se transmita a través del lenguaje corporal o del arte de la pintura o la música. La mano tiene una enorme capacidad para percibir, ejecutar y expresar simultáneamente, en el acto exploratorio del tacto.¹

La lesión traumática de los nervios periféricos es una causa importante de morbilidad y discapacidad en la actualidad. Investigaciones anteriores han estimado que aproximadamente del 2% al 3% de todos los pacientes ingresados en un centro de trauma de tercer nivel tienen una lesión nerviosa periférica. Se ha informado que los nervios más comunes asociados con el traumatismo de las extremidades superiores son (en orden de frecuencia): radial, cubital y mediano.⁵

Noble et al. han observado la prevalencia, la causa, la gravedad y los patrones de lesiones asociadas en pacientes con lesión de nervio periférico y lesiones múltiples tratadas en centros de trauma de tercer nivel. Durante un período de 10 años (1986-1996), los autores encontraron que la tasa de prevalencia de lesión de nervio periférico en pacientes con traumatismos en las extremidades era del 2.8%. La mayoría de la población (59%) tenía entre 18 y 35 años y 83% eran del sexo masculino. Encontraron que el nervio más comúnmente lesionado era el nervio radial; sin embargo, no incluyeron pacientes con lesiones de la raíz nerviosa, plexo braquial, nervio digital o cualquier otra lesión nerviosa menor en la población.¹⁻⁵

Actualmente, existe un incremento de la violencia dentro de la sociedad mexicana, hecho probablemente relacionado con el crimen organizado.^{7,8} Por esta razón, creemos que esta condición puede reflejarse en la prevalencia, localización y mecanismo de las lesiones de nervio periférico.¹⁻³ En la literatura consultada no se encontraron estudios de lesión nerviosa periférica secundaria a un traumatismo referente a la población del Estado de México. Sin embargo, en un estudio realizado en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” del Estado de México, se revisaron los casos asociados a lesiones por causa externa, en el servicio de urgencias con una

muestra de 16,567 registros. De estos, el rango de edad fue de los 14 a 99 años (promedio de 37.70 ± 17.28), de los cuales 69.2% (n = 11,460) fue del sexo masculino y los diagnósticos relacionados con las lesiones por causa externa fueron agrupados en ocho categorías con predominio de los traumatismos de cabeza y cuello 33.11% (n = 5,485), seguidos por traumatismos de extremidad superior 29.25 % (n = 4,846) y traumatismos de extremidad inferior 15.87 % (n = 2,630).⁹

Dada la problemática ya descrita en Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” del Estado de México, se observa que la población principalmente afectada se encuentra en una edad productiva laboralmente (promedio de 37.70 ± 17.28), afectando las extremidades superiores como el segundo lugar más lesionado, siendo la población que más se ve afectada por lesión de nervio periférico. En el hospital no se cuenta con una línea de investigación sobre este tema, que impacta en la calidad de vida de los pacientes, afectando su entorno familiar, social y laboral, con consecuencias catastróficas a corto y largo plazo.⁸

Por todo esto y más las lesiones del nervio periférico siguen siendo afecciones graves y son uno de los problemas reconstructivos quirúrgicos más desafiantes, especialmente en la extremidad superior y la mano. Las lesiones nerviosas pueden interferir seriamente con la capacidad de un individuo para funcionar adecuadamente, y la discapacidad adquirida a menudo es dramática. Con mayor frecuencia, las lesiones nerviosas se observan en la extremidad superior de hombres jóvenes, existe una alta probabilidad de pérdida de trabajo y la calidad de vida del paciente puede verse muy afectada, con un gran un impacto económico del paciente y de la sociedad.¹ Es por esto que este estudio aportará información relevante para el adecuado diagnóstico y tratamiento de las lesiones del nervio radial, impactando en la calidad de vida y en la reinserción social.

VI. Pregunta de investigación

¿Cuáles serán los resultados de la evaluación de la fuerza muscular en los pacientes con lesión alta de nervio radial, tratados con transferencia tendinosa tipo Brand, en el Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”?

VII. Hipótesis

Debido al carácter descriptivo de este estudio, puede prescindir de hipótesis.

VIII. Objetivos

8.1 Objetivo general

Determinar el resultado de la evaluación de la fuerza muscular en los pacientes con lesión alta de nervio radial, tratados con transferencia tendinosa tipo Brand, en el Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”.

8.2 Objetivos específicos

1. Reportar las características sociodemográficas de los pacientes.
2. Reportar los resultados de la evaluación de la fuerza muscular de la parálisis radial alta, tratada con transferencia tendinosa tipo Brand, mediante la escala de fuerza muscular modificada del MRC (Medical Research Council).
3. Reportar los eventos adversos o complicaciones que ocurrieron transoperatorios o postoperatorios.

Objetivo secundario:

Establecer el mecanismo de lesión en los pacientes con lesión traumática alta del nervio radial

Establecer la asociación de lesión traumática alta del nervio radial con fractura de humero

Justificación

La lesión del nervio periférico secundaria a traumatismos tiene una prevalencia del 1.3-2.8%. Estas lesiones ocurren usualmente en edad productiva, lo que produce pérdidas económicas relacionadas al tiempo de recuperación, incluso resultando en incapacidades permanentes. Sin tratamiento quirúrgico, estas lesiones de sección resultan en una pérdida funcional que puede afectar seriamente la calidad de vida general del paciente. Para recuperar la función, los nervios seccionados deben ser reconstruidos para permitir la regeneración axonal en el músculo distal objetivo y receptores terminales en la piel.

La localización de la lesión de nervio periférico clásicamente está relacionada con la ocupación y estilo de vida, mientras que el mecanismo se asocia a la situación social de cada país o región. El mecanismo, a su vez, se relaciona con el grado de lesión, que determina el tipo de tratamiento y, por tanto, el costo y tiempo de recuperación del paciente.

Considerando el impacto de las lesiones nerviosas en la calidad de vida, así como la capacidad de trabajo y la economía, existen buenas razones para reevaluar y revisar algunos de los principios actuales para la reparación nerviosa. Por tanto, este estudio aportará información epidemiológica de relevancia; la identificación de la etiología y factores de riesgo, evidenciará la eficacia y los resultados funcionales obtenidos en los pacientes tratados en un hospital de tercer nivel y se realizará un algoritmo para diagnóstico y tratamiento adecuados y oportunos que permitan la reinserción temprana a su vida laboral y social.

Por otro lado, este trabajo de investigación, representa una línea basal que podrá a futuro convertirse en un área de investigación que permita aportar elementos de juicio para el análisis de la problemática, así como una propuesta de mejora continua que coadyuve en la calidad de la atención médica en este centro médico y de la formación de los médicos residentes.

IX. Material y métodos

10.1 Tipo de estudio

Cuantitativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cualitativo	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Prospectivo	<input type="checkbox"/>	Retrospectivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ambispectivo	<input type="checkbox"/>
Observacional	<input checked="" type="checkbox"/>			Experimental	<input type="checkbox"/>

10.2 Diseño del estudio

Observacionales:

Encuesta transversal: Descriptiva Analítica

Casos y controles:

Cohorte: Prospectiva Retrospectiva

Experimentales: Cuasiexperimental

Ensayo clínico: Simple ciego Doble ciego

10.3 Universo

Expedientes de pacientes con lesión traumática alta del nervio radial tratados con transferencia tendinosa tipo Brand atendidos en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”, durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2017 y el 1 de marzo de 2020.

10.4 Muestra

Se incluyeron todos los expedientes de los pacientes con lesión traumática alta del nervio radial tratados con transferencia tendinosa tipo Brand, atendidos en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”, durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2017 y el 1 de marzo de 2020, que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos en este trabajo de investigación.

10.5 Muestreo

No probabilístico por oportunidad.

10.6 Unidad de análisis y observación

Individual.

10.7 Criterios de selección (Inclusión, exclusión y eliminación)

a. Criterios de inclusión

1. Pacientes con lesión traumática alta del nervio radial tratados con transferencia tendinosa tipo Brand atendidos en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”, durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2017 y el 1 de marzo de 2020.

b. Criterios de exclusión

1. Expedientes clínicos incompletos
2. Pacientes con diagnóstico de lesión de nervio periférico ocasionada por etiología no traumática.
3. Notas post quirúrgicas que no establezcan el tipo de transferencia tendinosa que se realizó
4. Expedientes clínicos que no cuenten con la evaluación de la escala modificada MRC
5. Escala modificada MRC realizada en un periodo menor a 3 meses de la transferencia tendinosa

10.8 Variables (Operacionalización de variables)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable (De acuerdo a su medición)	Análisis Estadístico	Instrumento de medición
Dependientes (Si aplica)					
Sexo	Características fenotípicas y genotípicas al momento del nacimiento	0. Femenino 1. Masculino	Cualitativa nominal/ Categorica nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Años cumplidos al momento del estudio	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Peso:	Medición de la masa de un individuo expresado en kilogramos	Peso del individuo en kg al momento de la cirugía	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Talla:	Medición con estadímetro sin zapatos expresada en metros	Talla del individuo en metros al momento de la cirugía	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Índice de masa corporal	Índice para clasificar el sobrepeso y la obesidad	Peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (kg/m ²)	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Categoría IMC	Método utilizado para estimar la cantidad de grasa corporal que tiene una persona, y determinar por tanto si el peso está dentro de un rango.	Índice de la OMS categorizado como sigue: 1. Insuficiencia ponderal: (<18.5) 2. Intervalo normal (18.5 - 24.9) 3. Preobesidad (25 - 29.9) 4. Obesidad Clase I (30.0-34.9) 5. Obesidad Clase II (35.0 - 39.9) 6. Obesidad Clase III (>40.0)	Cualitativa ordinal	Distribución de frecuencias y porcentajes	Expediente Clínico
Nivel de escolaridad	Número de años que, en promedio, aprobaron las personas, en el Sistema Educativo Nacional.	0. Analfabeta 1. Primaria trunca 2. Primaria completa 3. Secundaria trunca 4. Secundaria completa 5. Preparatoria trunca 6. Preparatoria completa 7. Licenciatura trunca 8. Licenciatura completa	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Ocupación	Actividad	Nombre de la ocupación actual al momento del tratamiento	Cualitativa nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Comorbilidades	Presencia de uno o más trastornos (o enfermedades) además de la enfermedad o trastorno primario.	0. Ninguna 1. Hipertensión arterial 2. Diabetes Mellitus 3. Hipertensión arterial + Diabetes Mellitus 4. Tabaquismo 5. Alcoholismo 6. Tabaquismo y alcoholismo 7. Drogas ilegales	Cualitativa nominal	Distribución de frecuencias y porcentajes	Expediente Clínico

Fecha de diagnóstico de lesión	Día, mes y año en que se diagnóstico por primera vez la lesión	Día/mes/año	Cuantitativa nominal	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Fecha de cirugía	Día, mes y año en que se realizó la cirugía	Día/mes/año	Cuantitativa nominal	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Mecanismo de lesión	La forma como se lesionó una persona	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armas contundentes (palos, martillos, botellas, pelotas, piedras, etc.) 2. Cortantes (navajas, cuchillos, pedazos de vidrio, etc.) 3. Corto contundentes (hachas, machetes, sables, etc.) 4. Perforantes (agujas, punzones, estiletes, floretes, clavos, etc.) 5. Dislacerantes (sierras, tenazas, pinzas, limas, dientes, ruedas, etc) 6. Punzo dislacereantes (arpones, astas de toro y ciervos) 7.-Armas de fuego (revólveres, pistolas, escopetas, fusiles, etc.) 8. Armas explosivas (granadas, bombas, cohetes. Etc.) 9. Accidentes automovilísticos (atropellamiento, caída, aplastamiento, arrastre, etc.) 	Cualitativa nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Asociación con fractura de húmero	Parálisis radial alta más fractura de húmero	<ol style="list-style-type: none"> 0. No 1. Sí 	Cualitativa nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Mano dominante	Inclinación espontánea para usar una mano más que otra, al momento de realizar alguna actividad motriz.	<ol style="list-style-type: none"> 0. No 1. Sí 	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Extremidad superior afectada	Estructura del cuerpo humano que abarca del hombro a la mano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extremidad superior derecha 2. Extremidad superior izquierda 3. Ambas 	Cualitativa nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente clínico
Días totales transferencia tendinosa	Tiempo transcurrido desde la lesión al momento del tratamiento quirúrgico	Días	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Días de estancia intrahospitalaria	Sumatoria de los días que cada paciente estuvo hospitalizado desde el momento de su ingreso hasta su egreso.	Días	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Fecha de aplicación prequirúrgica escala MRC	Día, mes y año en que se aplicó escala MRC prequirúrgica.	Día/Mes/Año	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Fecha de aplicación postquirúrgica escala MRC	Día, mes y año en que se aplicó escala MRC postquirúrgica.	Día/Mes/Año	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico
Días totales MRC	Tiempo transcurrido de la aplicación prequirúrgica de la escala MRC hasta la aplicación postquirúrgica de la escala MRC	Días	Cuantitativa discreta	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente Clínico

Funcionalidad Escala de fuerza muscular modificada del MRC (Medical Research Council)	Evaluación de dos tipos de actividades, la estabilidad y el movimiento.	0. Fuerza ausente: parálisis total. 1. 1 Fuerza mínima: contracción muscular visible sin movimiento 2. 2 Fuerza escasa: movimiento eliminada la gravedad. 3. 3 Fuerza regular: movimiento parcial sólo contra gravedad. 4. 3+ Fuerza regular: movimiento completo sólo contra gravedad. 5. 4- Fuerza buena: movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima. 6. 4 Fuerza buena: movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada. 7. 4+ Fuerza buena +: movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia. 8. 5 Fuerza normal: movimiento completo contra resistencia total	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Recuperación funcional post quirúrgica extensión de la muñeca	Evaluación de dos tipos de actividades, la estabilidad y el movimiento.	0. Recuperación no significativa 1. Recuperación significativa 2. Recuperación deseada	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Recuperación funcional post quirúrgica extensión de los dedos	Evaluación de dos tipos de actividades, la estabilidad y el movimiento.	0. Recuperación no significativa 1. Recuperación significativa 2. Recuperación deseada	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Recuperación funcional post quirúrgica extensión del pulgar	Evaluación de dos tipos de actividades, la estabilidad y el movimiento.	0. Recuperación no significativa 1. Recuperación significativa 2. Recuperación deseada	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Rehabilitación	Conjunto de técnicas y métodos que sirven para recuperar una función o actividad del cuerpo que ha disminuido o se ha perdido a causa de un accidente o de una enfermedad.	0. Ninguna 1. Incompleta 2. Completa:	Cualitativa nominal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico
Complicaciones postquirúrgicas	Aquella eventualidad que ocurre en el curso previsto de un procedimiento quirúrgico con una respuesta local o sistémica que puede retrasar la recuperación, poner en riesgo una función o la vida.	0. Ninguna 1. Hematoma 2. Seroma 3. Infección 4. Dehiscencia de tenodesis 5. Ruptura de tenodesis	Cualitativa ordinal	Frecuencia y porcentajes	Expediente Clínico

10.9 Procedimientos

Como primer paso en este protocolo de investigación, fue sometido a valoración y dictamen del comité de ética en investigación y comité de investigación. Al mismo tiempo se solicitó autorización del Centro Médico “Lic. Adolfo. López Mateos”.

Una vez obtenidas dichas aprobaciones se solicitó acceso a la información de acuerdo al procedimiento de la Unidad de Estadística y Archivo Clínico, mediante los códigos de acuerdo a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) para identificar lesiones nerviosas, y se recabaron los expedientes clínicos. Cuando no se encontró la información del diagnóstico y tratamiento se descartó el expediente.

Se obtuvieron los datos en la medida disponible de los expedientes clínicos. Las notas preoperatorias, postoperatorias, de evolución clínica y de fisioterapia fueron las principales fuentes de información. Se recabó información sobre eventos adversos o complicaciones que ocurrieron intra y postoperatoriamente.

De cada expediente se obtuvieron los siguientes datos: género, edad, ocupación, localización anatómica, mecanismo de lesión, fecha de la realización de la transferencia tendinosa tipo Brand, tiempo de hospitalización y complicaciones postquirúrgicas.

Para la evaluación de la fuerza muscular se utilizó la escala de fuerza muscular modificada del MRC (Medical Research Council), la cual asigna una puntuación acorde con la capacidad de movimientos que tiene el paciente con o sin resistencia. Esta se determinó comparando los resultados con las evaluaciones preoperatorias y de seguimiento postquirúrgico en la consulta externa.

Se revisaron los expedientes clínicos con diagnóstico de lesión de nervio radial, se descartaron los expedientes de lesión radial baja y aquellos cuya etiología no fuera de origen traumático. Una vez con los expedientes de pacientes con lesión traumática alta del nervio radial, se revisaron las notas de la consulta externa, recabando la fecha de cirugía y fecha de la última nota

donde se estableciera la realización de la escala MRC modificada, descartando aquellos expedientes en que el tiempo transcurrido de la cirugía a la aplicación de la escala de fuerza muscular modificada MRC fuera menor de tres meses o estuviera realizada de forma incompleta. No se tomo en cuenta quién realizó la aplicación de la escala de fuerza muscular modificada MRC. Para garantizar la coherencia con la mayoría de la literatura relevante, la recuperación significativa se definió como 3 o mayor en la escala MRC, y un umbral más alto de recuperación deseada se definió como 4 o mayor.

10.10 Diseño estadístico (Plan de análisis de los datos)

Se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Office Excel 2007 y las variables fueron procesadas mediante estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias) y medidas de tendencia central (media y desviación estándar).

X. Implicaciones éticas

Tipo de investigación (De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*)

		<i>*Requieren Consentimiento Informado</i>			
Sin riesgo	x	Riesgo mínimo		Riesgo mayor al mínimo	

Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Los datos obtenidos de los expedientes clínicos sólo se utilizaron con fines académicos.

XI. Resultados

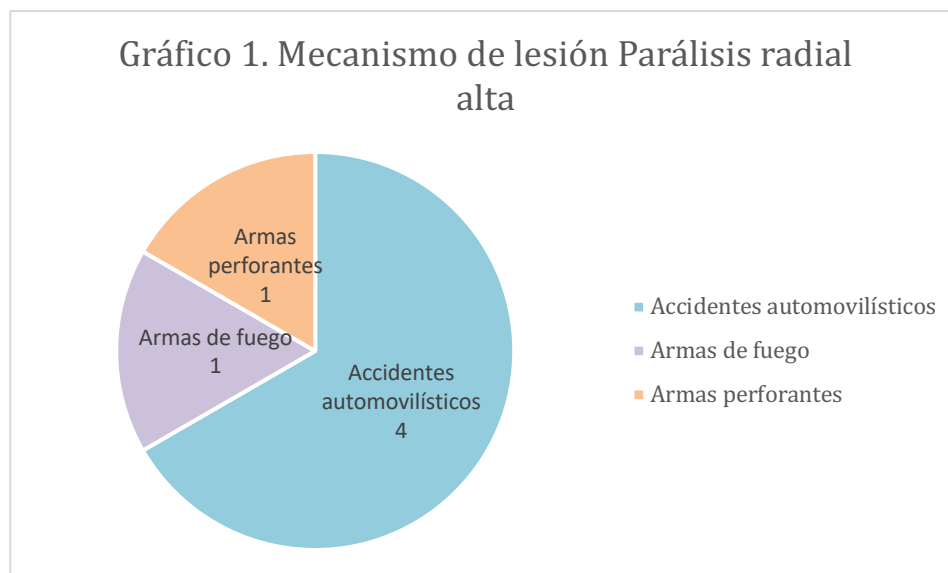
Durante el periodo de tres años, comprendido de marzo 2017 a marzo del 2020, se atendieron en el Hospital Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” 6 pacientes con lesión traumática alta del nervio radial. De acuerdo a las características sociodemográficas de la población, de los 6 pacientes 4 fueron hombres (66.67%) y 2 mujeres (33.33%). El 33.33% tenían una escolaridad secundaria completa, preparatoria trunca 33.33% y secundaria trunca el 16.67%. La ocupación que ejercían fue: 2 pacientes eran empleados, 1 ama de casa, 1 albañil, 1 comerciante y 1 mecánico (Tabla 1).

		Media (DE)	Mín.-Máx.
Edad		36,67 (18.40)	23-73
		n	%
Sexo	Hombres	4	66.67%
	Mujer	2	33.33%
Nivel de escolaridad	Secundaria completa	2	33.33%
	Preparatoria trunca	2	33.33%
	Preparatoria completa	1	16.67%
	Secundaria trunca	1	16.67%
Ocupación	Empleado	2	33.33%
	Ama de casa	1	16.67%
	Mecánico	1	16.67%
	Albañil	1	16.67%
	Comerciante	1	16.67%

En cuanto a sus características clínicas 5 pacientes presentaron preobesidad y 1 paciente tenía obesidad clase I. El 50% de los pacientes no presentó ninguna comorbilidad, mientras que, 33.33% presentaron tabaquismo más alcoholismo y 16.67% hipertensión arterial (Tabla 2).

Categoría IMC		n	%
Categoría IMC	Preobesidad	5	83.33%
	Obesidad clase I	1	16.67%
Comorbilidades	Ninguna	3	50.00%
	Tabaquismo y Alcoholismo	2	33.33%
	Hipertensión arterial	1	16.67%

Los principales mecanismos de lesión encontrados en esta serie de casos, fue en primer lugar los accidentes automovilísticos en un 66.67%, en segundo lugar las armas de fuego y en tercer lugar las armas perforantes con un 16.67% (Gráfico 1) .



La extremidad superior más afectada fue la derecha en un 66.67%, correspondiendo con la mano dominante. De los 6 pacientes con parálisis radial alta se encontró asociación con fractura de húmero en un 50%. Al realizar un análisis del subgrupo de parálisis radial alta, se encontró que el 66.66% (2 pacientes) fueron referidos de otros centros hospitalarios y sólo el 33.33% (1 paciente) fue tratado por el servicio de Traumatología y Ortopedia de esta institución; todos ellos presentando una lesión alta del nervio radial posterior a la reducción de la fractura. El tiempo transcurrido del diagnóstico a la realización de la transferencia tendinosa fue en promedio 606.66 días (1 año y 6 meses) con una máxima de 794 días y una mínima de 241 días. En los pacientes sin asociación con fractura de húmero el tiempo transcurrido del diagnóstico a la realización de la transferencia

tendinosa fue en promedio menor de 202 días en comparación a los 606.66 días No se encontró asociación con lesión vascular o musculotendinosa.

Los días transcurridos desde el diagnóstico de la parálisis radial alta a la realización de la transferencia tendinosa fue una media de 337 días con una mínima de 16 días y una máxima de 794 días. Los días transcurridos desde la aplicación de la escala MRC prequirúrgica a la aplicación de la escala MRC postquirúrgica fue de una media de 929 días con una mínima de 371 días y una máxima de 1,668 días (Tabla 3).

Tabla 3. Parálisis radial alta características anatómicas

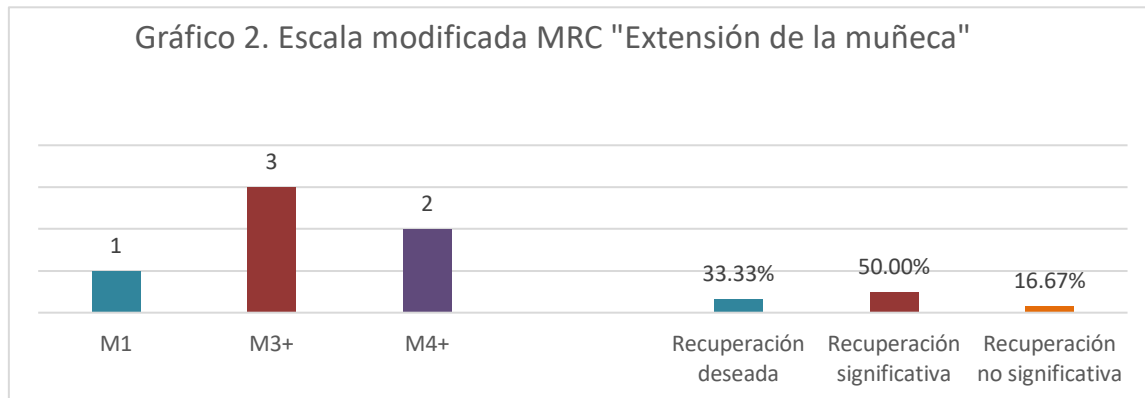
		Media (DE)	Mín.-Máx.
Días totales transferencia tendinosa		337 (359.41)	16 - 794
Días totales MRC		929 (451.63)	371 - 1,668
		n	%
Extremidad afectada	Extremidad superior derecha	4	66.67%
	Extremidad superior izquierda	2	33.33%
Mano dominante		4	66.67%
Asociación con fractura de húmero		3	50.00%

En todos los pacientes se realizó la transferencia tendinosa tipo Brand: Para la extensión de la muñeca PT-ECRL/ECRB, para la extensión de los dedos FCR- EDC y para la extensión del pulgar PL-EPL. Los tendones siempre se transfirieron en el mismo orden. La extensión de la muñeca se corrigió primero, seguida de la corrección del déficit de extensión de los dedos. Finalmente, se realizó la transferencia del pulgar. Sólo se presentó una complicación postquirúrgica con dehiscencia de tenodesis, a la cual se realizó un segundo procedimiento quirúrgico a los 12 meses de la primera intervención. En ninguno de los pacientes se observó la ausencia del palmaris longus.

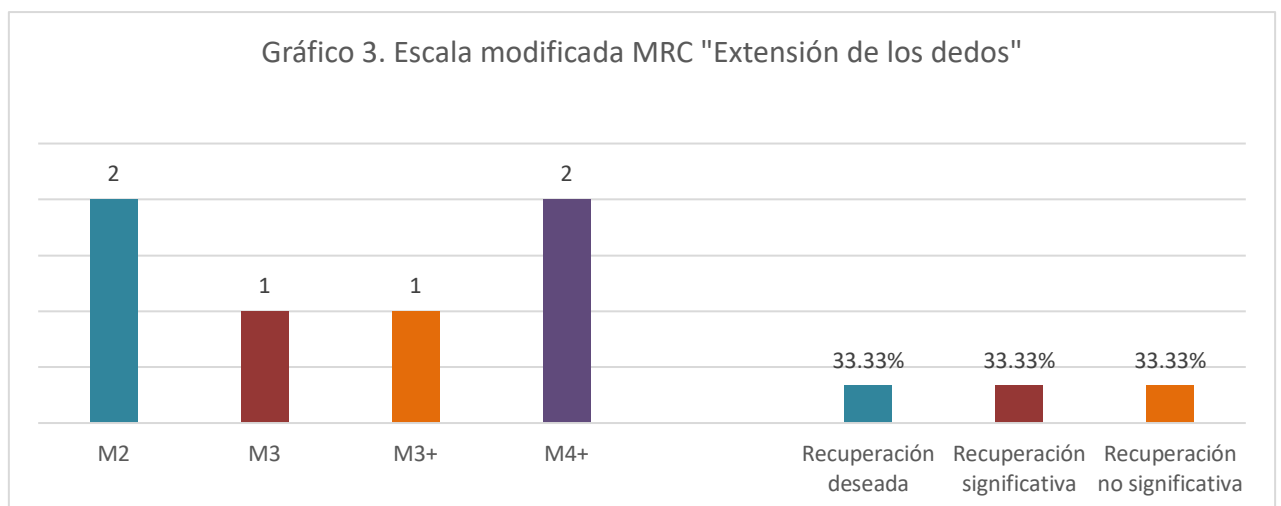
Con respecto a la evaluación de la funcionalidad prequirúrgica, con la escala MRC, se obtuvieron los siguientes resultados prequirúrgicos: para la extensión de la muñeca, la extensión de los dedos y del pulgar, 5 pacientes (83.33%) presentaron una fuerza ausente y 1 paciente (16.67%) fuerza mínima. Con respecto a la evaluación de la funcionalidad postquirúrgica, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 4):

Tabla 4.						
Paciente No.1						
	Extensión muñeca	Extensión dedos	Extensión pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	0	0	0			
Postquirúrgico	4+	4+	4	Completa	794	1668
Recuperación funcional	Deseada	Deseada	Deseada			
Paciente No.2						
	Extensión de la muñeca	Extensión de los dedos	Extensión del pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	1	1	2			
Postquirúrgico	3+	3	3+	Incompleta	785	1205
Recuperación funcional	Significativa	Deseada	Significativa			
Paciente No.3						
	Extensión de la muñeca	Extensión de los dedos	Extensión del pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	0	0	0			
Postquirúrgico	3+	3+	4	Completa	43	371
Recuperación funcional	Significativa	Deseada	Deseada			
Paciente No.4						
	Extensión de la muñeca	Extensión de los dedos	Extensión del pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	0	0	0			
Postquirúrgico	1	2	2	Ninguna	241	870
Recuperación funcional	No significativa	No significativa	No significativa			
Paciente No.5						
	Extensión de la muñeca	Extensión de los dedos	Extensión del pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	0	0	0			
Postquirúrgico	4+	4+	5	Completa	143	772
Recuperación funcional	Deseada	Deseada	Deseada			
Paciente No.6						
	Extensión de la muñeca	Extensión de los dedos	Extensión del pulgar	Rehabilitación	Días totales transferencia tendinosa	Días totales MRC
Prequirúrgico	0	0	0			
Postquirúrgico	3+	2	3+	Incompleta	16	688
Recuperación funcional	Significativa	Significativa	Significativa			

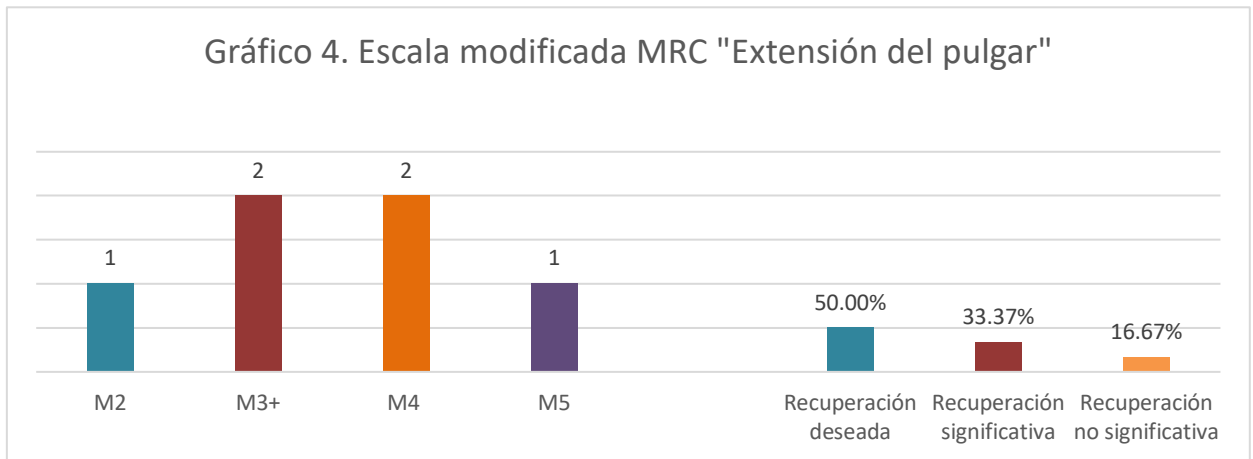
Extensión de la muñeca: 1 paciente obtuvo una puntuación de M1 (16.67%), 3 pacientes obtuvieron una puntuación de M3+ (50.00%), 2 pacientes obtuvieron un puntaje de M4+ (33.33%) En la extensión de la muñeca 5 pacientes (83.33%) tuvieron una adecuada recuperación, de estos 2 pacientes (33.33%) presentaron una recuperación deseada y 3 pacientes (50%) presentaron una recuperación significativa. (Gráfico 2)



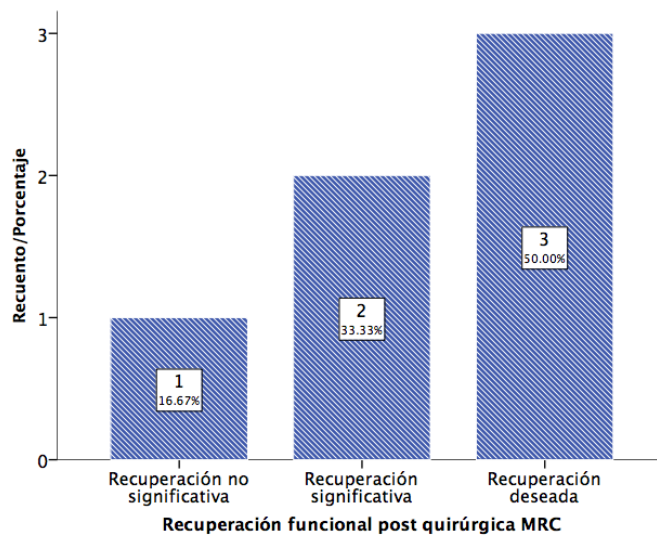
Extensión de los dedos: 2 pacientes obtuvieron un puntaje de M2 (33.33%), 1 paciente obtuvo un puntaje de M3 (16.67%), 1 paciente obtuvo un puntaje de M3+ (16.67%) y 2 pacientes obtuvieron un puntaje de M4+ (33.33%). Cuatro pacientes (66.67%) tuvieron una adecuada recuperación, de éstos 2 pacientes (33.33%) presentaron una recuperación deseada y 2 pacientes (33.33%) presentó una recuperación significativa. (Gráfico 3)



Extensión del pulgar: 1 paciente obtuvo un puntaje de M1 (16.67%), 2 pacientes obtuvieron un puntaje de M3+ (33.33%), 2 pacientes obtuvieron un puntaje de M4 (33.33%) y 1 paciente obtuvo un puntaje de M5 (16.67%). Cinco pacientes (83.33%) tuvieron una adecuada recuperación, de éstos, 2 pacientes (33.33%) presentaron una recuperación significativa y 3 pacientes (50%) presentaron una recuperación deseada. (Gráfico 4)



En general se obtuvo una recuperación significativa en dos pacientes (33.33%), una recuperación funcional deseada en tres pacientes (50%) y una recuperación no significativa en un paciente (16.67%). (Gráfico 5)



I. Discusión

Las lesiones del nervio radial ocurren usualmente en edad productiva, lo que produce pérdidas económicas relacionadas al tiempo de recuperación, incluso resultando en incapacidades permanentes. Sin tratamiento quirúrgico, estas lesiones de sección resultan en una pérdida funcional que puede afectar seriamente la calidad de vida general del paciente.

En este estudio se observó que el mecanismo de lesión asociado a lesiones altas del nervio radial fueron traumatismos de alta energía, ocupando el primer lugar los accidentes automovilísticos, en segundo lugar las armas de fuego y en tercer lugar las armas perforantes. Aunque los pacientes con parálisis radial alta tuvieron un mecanismo de lesión de alta energía, no se encontró lesión nerviosa múltiple, lesión vascular o musculotendinosa asociada.

Las fracturas del eje humeral representan el 3% de todas las fracturas. Están asociadas con una prevalencia del 11.8% de parálisis del nervio radial, lo que la convierte en la lesión nerviosa periférica más común que complica las fracturas de huesos largos^{10,21}. En nuestro estudio los pacientes con parálisis radial alta, se observó una asociación con fractura de humero del 50% (3 pacientes), siendo más alta esta asociación que la reportada en otros estudios. Esto probablemente se deba a que nuestro Hospital es un centro de referencia a nivel estatal, hecho que se confirma con los datos obtenidos en este estudio, donde dos de los tres pacientes fueron referidos de otros centros hospitalarios. Por otra parte se encontró que el tratamiento quirúrgico se retardó más en pacientes que tenían asociación con fractura de humero, con una diferencia en días de 404.66 días, con respecto aquellos que no tuvieron asociación con fractura de humero. Estos resultados son un indicador claro de qué algo está fallando, en el diagnóstico, tratamiento, seguimiento postquirúrgico o derivación oportuna. Es por ello que se necesita una estrecha comunicación de los servicios involucrados (Traumatología y Ortopedia, Cirugía Plástica y Reconstructiva y Rehabilitación), para mejorar el abordaje multidisciplinario y con ello la obtención de mejores resultados en el abordaje global de estos pacientes.

Se obtuvo una recuperación de fuerza muscular significativa (MRC >3) en 2 pacientes, una recuperación deseada (MRC >4) en 3 pacientes y una recuperación no significativa (MRC <3). Al

dar seguimiento postquirúrgico de nuestros pacientes, pudimos observar que aquellos que presentaron escasa mejoría, fue debido al escaso apego a la rehabilitación postquirúrgica. Un paciente (16.67%) nunca acudió a rehabilitación postquirúrgica, 2 pacientes (33.33%) llevaron una rehabilitación postquirúrgica incompleta y 3 pacientes (50%) realizaron una rehabilitación completa. No se observó una relación en el tiempo transcurrido del diagnóstico de la parálisis radial alta y la realización de la transferencia tendinosa, en los resultados funcionales.

En comparación con los resultados reportados por las grandes series de Murovic y col. con resultados funcionales de buenos a excelentes fue del 86% y de Bertelli et al del 90%. Nosotros nos encontramos ligeramente por debajo de estos estudios con un 83.33%. Esto se podría deber a que, si bien el seguimiento por parte de nuestro servicio se realiza de manera estrecha y continua hasta la cuarta semana postquirúrgica en la cuál el paciente es referido a rehabilitación, es apartir de aqui donde se pierde el contacto y de esta manera su manejo integral adecuado.

Por otra parte, a pesar de que la rehabilitación sea clave para la recuperación de una persona, en un país como México en el que el acceso a servicios médicos puede ser complicado, es muy frecuente que las personas no sigan un proceso de rehabilitación posterior al tratamiento de algún padecimiento. Esto nos lleva a que, aún con el diagnóstico y un tratamiento oportuno adecuado, en ocasiones no sean suficientes para permitir a una persona se recupere completamente. Si bien como cirujanos, el procedimiento quirúrgico de la transferencia tendinosa se encuentre entre los procedimientos más interesantes, diversificados, desafiantes y gratificantes, este estudio nos deja en claro y remarca, que a pesar de realizar una cirugía a la perfección, sin una rehabilitación prequirúrgica y postquirúrgica, la mano no será funcional y todos los esfuerzos dedicados a una reintegración serán en vano. Es por ello que debemos reconocer nuestro papel fundamental como cirujanos, en fomentar la importancia de la rehabilitación pre y postquirúrgica, motivando a los pacientes y haciendo hincapie del impacto de la rehabilitación en su tratamiento. Por tal motivo un buen programa de rehabilitación y una reeducación de la unidad músculo-tendinosa constituye una parte fundamental y trascendental en las transferencias tendinosas. El cirujano y el terapeuta deben implementar un enfoque de equipo integrado por el paciente para mejorar el resultado funcional.

II. Conclusiones

La transferencia tendinosa es un tratamiento muy exitoso para la lesión alta del nervio radial y son muy ventajosas ya que se pueden realizar en cualquier momento posterior a la lesión alta del nervio radial, requieren de menor tiempo quirúrgico y el retorno de la función poco después del período de inmovilización es dentro de 4 a 6 semanas, con resultados promedios a buenos.

Clásicamente, los cirujanos utilizan diferentes combinaciones de transferencias tendinosas para lograr tres objetivos principales en el tratamiento de la lesión alta del nervio radial, incluida la restauración de la extensión de los dedos, la restauración de la extensión del pulgar y la restauración de la extensión muñeca. El principal problema para el cirujano es la elección de los tendones a transferir. Si bien parece existir un consenso en que la mejor transferencia tendinosa para la restauración de la extensión de la muñeca es el pronator teres transferido al extensor carpi radialis brevis o al extensor carpi radialis longus, o para ambos extensor carpi radialis. Las diferencias de opinión están sobre qué tendones flexores se transfieren para dar movimiento al extensor digitorum communis y al extensor pollicis longus.

Para el tratamiento de la parálisis traumática alta del nervio radial nosotros preferimos el diseño de transposiciones que proclama Brand. Estas transposiciones se basan en lo siguiente: FCR a EDC; PL a EPL redirigido. El FCR es nuestra opción preferida como transferencia para la extensión de los dedos, porque conserva el movimiento importante de flexión y desviación cubital de la muñeca, que es importante para el agarre de fuerza en hombres que trabajan. Por otra parte su excursión es igual a la del EDC, con una potencia solo ligeramente inferior y su uso mantiene el equilibrio natural de la muñeca tanto en el plano frontal como en el sagital. Nuestra preferencia es transferir el PL al EPL para la extensión del pulgar. Aunque su ausencia se observa en aproximadamente el 20% de las poblaciones caucásicas, en nuestro estudio no se reportó su ausencia. Sin embargo si durante el procedimiento se encuentra con su ausencia, preferimos usar la transferencia del FDS del tercer dedo.

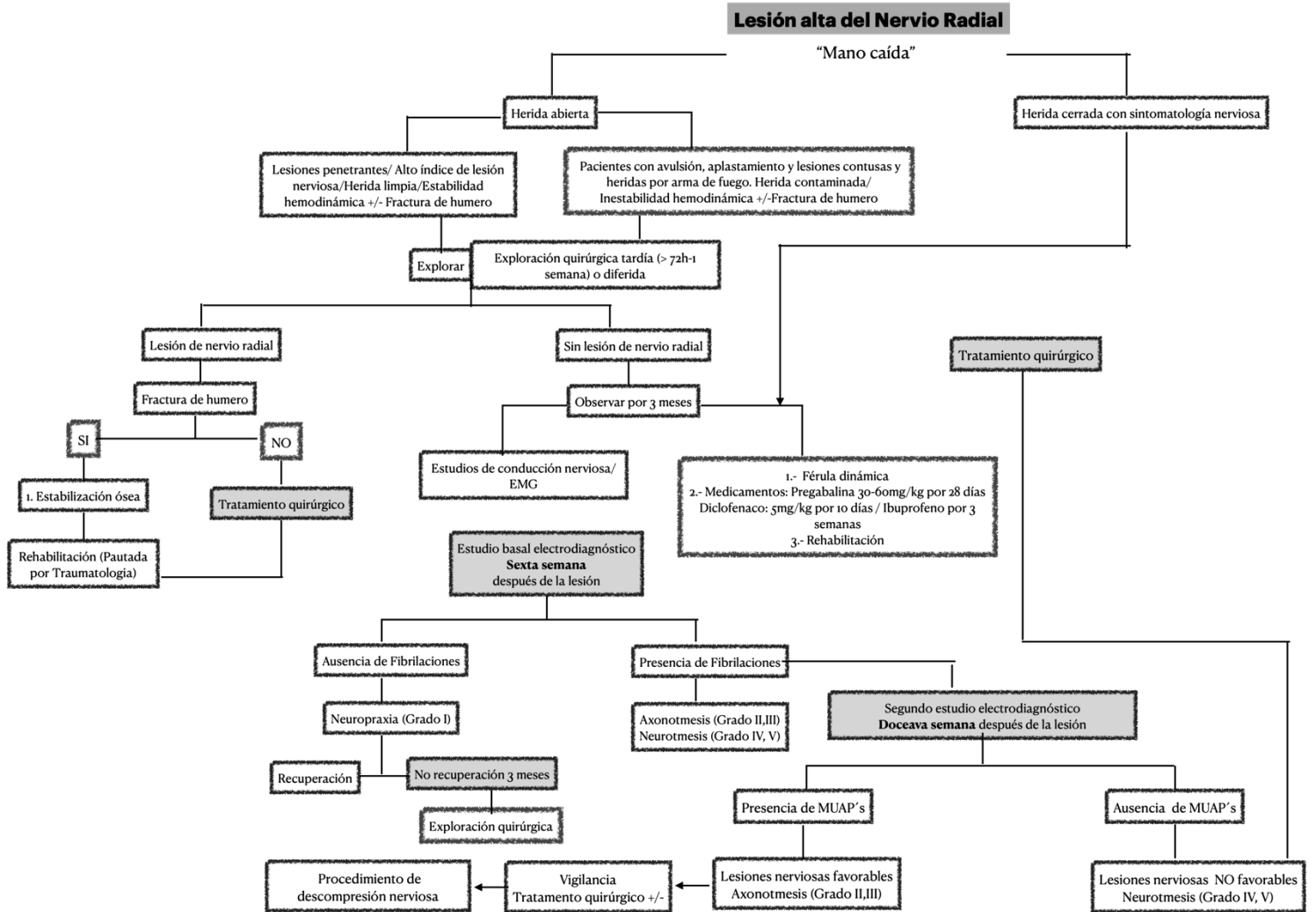
Cualesquiera que sean las transferencias tendinosas utilizadas, en su mayoría dan resultados eficientes en términos de movilidad. Se deben tener en cuenta las actividades profesionales y de ocio del paciente. Nuestra preferencia final de acuerdo a las características de los pacientes atendidos en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” es la transferencia tendinosa de Brand, obteniendo recuperaciones significativas en la fuerza muscular. Es fundamental remarcar que sin un manejo integral del paciente con lesión traumática alta del nervio radial, los resultados se verán afectados, impactando en la calidad de vida del paciente. Es por ello que un programa de rehabilitación adecuado pre y postquirúrgico es de suma importancia para la adecuada recuperación del paciente.

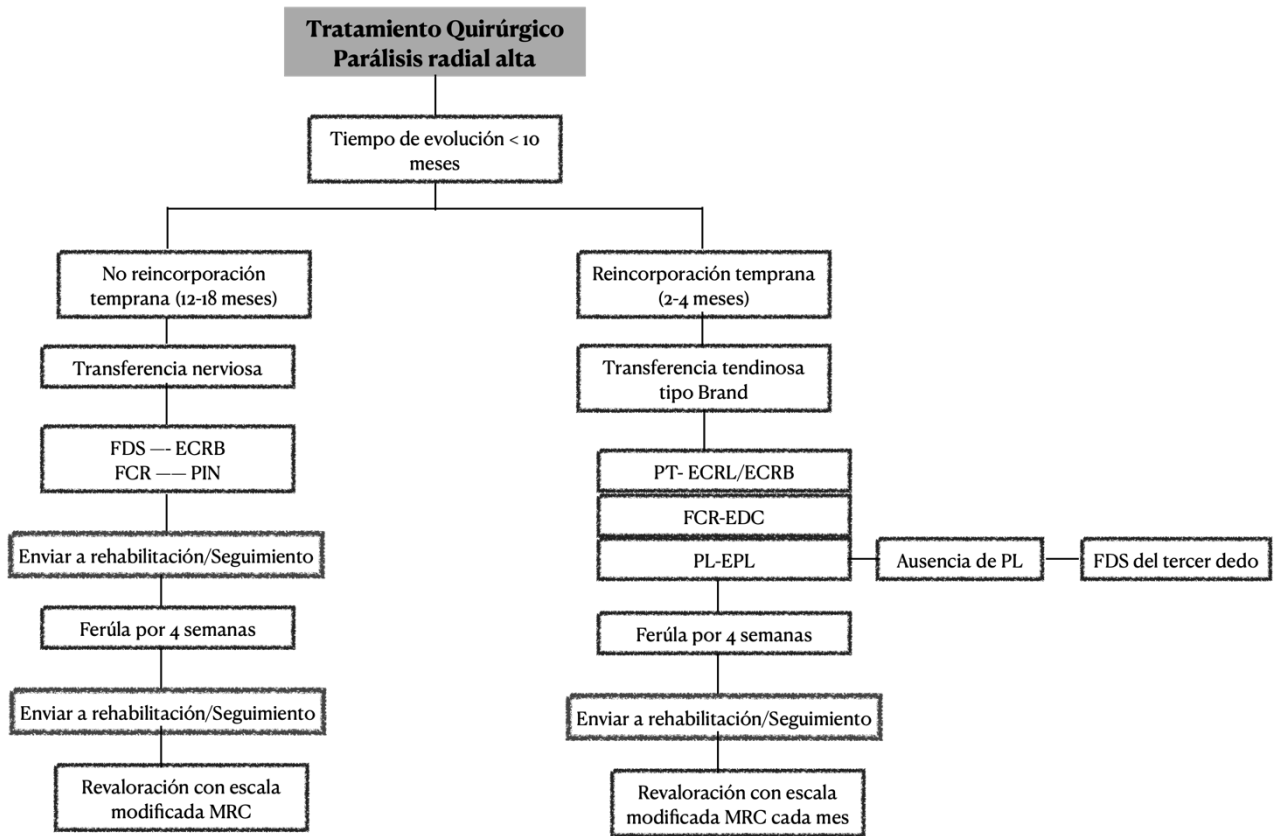
III. Sugerencias

Los resultados de este estudio son útiles desde el punto de vista de las políticas públicas para delinear el alcance y la magnitud de las lesiones nerviosas periféricas. Es importante subrayar que estas lesiones son causa de discapacidad significativa, dolor, debilidad y pérdida funcional. Por tal motivo es fundamental realizar un estudio que evalúe las secuelas y los costos sociales asociados de tales discapacidades secundarias resultantes de la lesión de nervio periférico en la extremidad superior para futuras investigaciones.

Se propone un algoritmo (Flujograma 1-2) de atención para los pacientes con lesión traumática alta del nervio radial para su adecuado diagnóstico, rehabilitación y tratamiento; y de esta manera conseguir mejor resultados funcionales, para obtener una adecuada reinserción familiar, social y laboral.

Flujograma 1. Lesión alta del nervio radial





FDS: flexor digitorum superficialis, FCR: Flexor carpi radialis, ECRB extensor carpi radialis and brevis, PIN: nervio interóseo posterior. PT pronador teres, ECRL extensor carpi radialis longus. EDC: Extensor digitorum communis, PL: palmaris longus, EPL: extensor pollicis longus

IV. Referencias bibliográficas

1. Sammer DM, Chung KC. Tendon transfers: 1. Principles of transfer and transfers for radial nerve palsy. *Plast Reconstr Surg* 2009;123:169e–177e
2. Chuinard, et al. Tendon transfers for radial nerve palsy *J Hand Surg Am*. 1978;3(6)
3. Wojtkiewicz DM, Saunders J, Domeshek L, Novak CB, Kaskutas V, Mackinnon SE. Social impact of peripheral nerve injuries. *Hand (N Y)*. 2015;10(2):161–7.
4. Roberto Sergio Martins Traumatic injuries of peripheral nerves: a review with emphasis on surgical indication..*Arq Neuropsiquiatr* 2013;71(10):811-814.
5. Safa B, Shores JT, Ingari JV, Weber RV, Cho M, Zoldos J, et al. Recovery of motor function after mixed and motor nerve repair with processed nerve allograft. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019;7(3):e2163.
6. Terzis JK, Konofaos P. Radial nerve injuries and outcomes: our experience. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127(2):739–51.
7. Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R: Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *J Trauma* 1998;45:116–22
8. Castillo-Galván ML, Martínez-Ruiz FM, Garza-Castro O, Elizondo-Omaña RE, Guzmán-López S. Lesión nerviosa periférica en pacientes atendidos por traumatismos. *Gac Med Mex*. 2014;150(6):527-32
9. Consuelo-Estrada JR, Gaona-Valle LS, Portillo-Rodríguez O. Lesiones por causa externa en el servicio de urgencias de un hospital en un periodo de cinco años. *Gac Med Mex*. 2018;154(3):302-9
10. Carlan D, Pratt J, Patterson JM, Weiland AJ, Boyer MI, Gelberman RH. The radial nerve in the brachium: an anatomic study in human cadavers. *J Hand Surg Am* 2007;32:1177–1182
11. Wang Y, Sunitha M, Chung KC. How to measure outcomes of peripheral nerve surgery. *Hand Clin*. 2013;29(3):349–61.
12. Ray WZ, Mackinnon SE. Management of nerve gaps: autografts, allografts, nerve transfers, and end-to-side neurorrhaphy. *Exp Neurol*. 2010;223(1):77–85.
13. Sammer DM, Chung KC. Tendon transfers: part I. Principles of transfer and transfers for radial nerve palsy. *Plast Reconstr Surg*. 2009;123(5):169e–77e.

14. Uhl RL, Larosa JM, Sibeni T, Martino LJ. Posterior approaches to the humerus: when should you worry about the radial nerve? *J Orthop Trauma*. 1996;10:338–340
15. MacKinnon SE. *Nerve Surgery*. Mackinnon SE, Yee A, editors. New York, NY: Thieme Medical; 2015.
16. Frohse F, Fränkel M. Die Muskeln des menschlichen Armes. In: Bardeleben, KV. (Ed.), *Handbuch der Anatomie des Menschen*. Fischer, Jena, 1908:115-18
17. Spinner M. The arcade of Frohse and its relationship to posterior interosseous nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Br* 1968;50:809–812
18. Ritts GD, Wood MB, Linscheid RL. Radial tunnel syndrome: a ten-year surgical experience. *Clin Orthop Relat Res* 1987:201–205
19. Martin DF, Tolo VT, Sellers DS, Weiland AJ. Radial nerve laceration and retraction associated with a supracondylar fracture of the humerus. *J Hand Surg Am* 1989;14:542–545
20. Lee EY, Sebastin SJ, Cheah A, Kumar VP, Lim AYT. Upper extremity innervation patterns and clinical implications for nerve and tendon transfer. *Plast Reconstr Surg*. 2017;140(6):1209–19.
21. Lowe JB 3rd, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110(4):1099–113.
22. Sastré-Gómez H, Sastré-Ortiz N. Transferencias tendinosas en parálisis del nervio radial. *An Med (Mex)*. 2014;59(1):41-47
23. Bevelacqua AC, Hayter CL, Feinberg JH, Rodeo SA. Posterior interosseous neuropathy: electrodiagnostic evaluation. *HSS J* 2012;8:184-189.
24. Basta I, Nikolić A, Apostolski S, et al. Diagnostic value of combined magnetic resonance imaging examination of brachial plexus and electrophysiological studies in multifocal motor neuropathy. *Vojnosanit Pregl* 2014;71:723-729.
25. Furuta T, Okamoto Y, Tohno E, et al. Magnetic resonance microscopy imaging of posterior interosseous nerve palsy. *Jpn J Radiol* 2009;27:41-44.
26. Matheson CR, Wang J, Collins FD, Yan Q. Long-term survival effects of GDNF on neonatal rat facial motoneurons after axotomy. *Neuroreport* 1997;8: 1739–1742
27. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain* 1951;74:491
28. Chuang DC-C. Debates to personal conclusion in peripheral nerve injury and reconstruction: A 30-year experience at Chang Gung Memorial Hospital. *Indian J Plast Surg*. 2016;49(2):144–50.

29. Castillo-Galván ML, Martínez-Ruiz FM, Garza-Castro O, Elizondo-Omaña RE, Guzmán-López S. Lesión nerviosa periférica en pacientes atendidos por traumatismos. *Gac Med Mex.* 2014;150(6):527-32
30. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain* 1943;66(4):237–288
31. Roberto Sergio Martins et.al Traumatic injuries of peripheral nerves: a review with emphasis on surgical indication. *Arq Neuropsiquiatr* 2013;71(10):811-814
32. Mackinnon SE. New directions in peripheral nerve surgery-a collective review. *Ann Plast Surg* 1989;22(3):257–273
33. Hentz VR, Narakas A. The results of microneurosurgical reconstruction in complete brachial plexus palsy: assessing outcome and predicting results. *Orthop Clin North Am* 1988;19:107–114
34. Weber RV, Mackinnon S. Nerve transfers in the upper extremity. *J Am Soc Surg Hand* 2004;4:200–213
35. Rinker B, Fink BF, Barry NG, et al. The effect of cigarette smoking on functional recovery following peripheral nerve ischemia/reperfusion injury. *Microsurgery* 2011;31:59–65
36. Myckatyn TM, Mackinnon SE. A review of research endeavors to optimize peripheral nerve reconstruction. *Neurol Res* 2004;26:124–138
37. Birch R, Raji AR. Repair of median and ulnar nerves. Primary suture is best. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(1):154–7.
38. Ma J, Novikov LN, Kellerth J-O, Wiberg M. Early nerve repair after injury to the postganglionic plexus: an experimental study of sensory and motor neuronal survival in adult rats. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2003;37(1):1–9.
39. Kale SS, Glaus SW, Yee A, et al. Reverse end-to-side nerve transfer: from animal model to clinical use. *J Hand Surg Am* 2011;36:1631–, e2
40. Farber SJ, Glaus SW, Moore AM, Hunter DA, Mackinnon SE, Johnson PJ. Supercharge nerve transfer to enhance motor recovery: a laboratory study. *J Hand Surg* 2013; 38A:466–477
41. Guillain G, Coutellemont R. L'action du muscle court supinateur dans la paralysie du nerf radial. *Presse Med* 1905;10:50–52
42. Barton NJ. Radial nerve lesions. *Hand* 1973;5:200–208
43. Lister GD, Belsole RB, Kleinert HE. The radial tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 1979;4(1):52–9.

44. Hammert WC. Radial Nerve Palsy [Internet]. Orthopedic Knowledge Online Journal. Available from: http://orthoportal.aaos.org/oko/article.aspx?article=OKO_HAN026
45. Lowe JB, Tung TR, Mackinnon SE. New surgical option for radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:836–843
46. Novak CB, Mackinnon SE. Distal anterior interosseous nerve transfer to the deep motor branch of the ulnar nerve for reconstruction of high ulnar nerve injuries. *J Reconstr Microsurg* 2002;18:459–464
47. Giuffre JL, Bishop AT, Spinner RJ, Shin AY. The best of tendon and nerve transfers in the upper extremity. *Plast Reconstr Surg*. 2015;135(3):617e–30
48. Boyes JH. Selection of a donor muscle for tendon transfer. *Bull Hosp Jt Dis* 23:1–4, 1962.
49. Brand PW. Biomechanics of tendon transfers. *Hand Clin* 4:137–154, 1988.
50. Wolfe SW, Pederson WC, Hotchkiss RN, Kozin SH, Cohen MS. Green's operative hand surgery E-book. 7th ed. Elsevier; 2016.
51. Tang JB, Amadio PC, Guimberteau JC. Tendon surgery of the Hand. Elsevier Health Sciences; 2012.
52. Brand PW. Biomechanics of tendon transfer. *Orthop Clin North Am*. 1974;5(2):205–30.
53. Richards RR. Tendon transfers for failed nerve reconstruction. *Clin Plast Surg* 2003;30:223–2
54. Fridén J, Lieber RL. Evidence for muscle attachment at relatively long lengths in tendon transfer surgery. *J Hand Surg Am* 1998;23:105–110
55. Kendall F, McCreary EK, Provance PG, Rodgers M, Romani W. Muscles: Testing and function, with posture and pain. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
56. Medical Research Council of the U.K. Aids to the Examination of the Peripheral Nervous System. Palo Alto, CA: Pentagon House; 19
57. Beasley WC. Instrumentation and equipment for quantitative clinical muscle testing. *Arch Phys Med Rehabil* 1956; 37: 604–621.
58. Wright W. Muscle training in the treatment of infantile paralysis. *Boston Med Surg J* 1912; 167: 567.
59. Medical Research Council. Aids to examination of the peripheral nervous system. Memorandum no. 45. London: Her Majesty's Stationary Office; 1976.

60. Paternostro-Sluga T, et al. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy. *J Rehabil Med.* 2008 Aug;40(8):665-71
61. Medical Research Council. Aids to the examination of the peripheral nervous system, Memorandum no. 45, Her Majesty's Stationery Office, London, 1981.
62. Craig P, Dieppe P, Macintyre S, Michie S, Nazareth I, Petticrew M. Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. *BMJ [Internet].* 2008; 337: a1655.

V. Anexos

Cuestionario No: _____

No. Expediente clínico: _____

Cuestionario Resultados funcionales de la transferencia tendinosa en lesiones altas del nervio radial por Cirugía Reconstructiva en un Hospital de tercer nivel		
Variable	Definición ocupacional	Resultado obtenido
Sexo	0: Femenino 1: Masculino	
Edad	Años cumplidos al momento del estudio	
Fecha de nacimiento		
Peso	Peso del individuo en kg al momento de la cirugía	
Talla	Talla del individuo en metros al momento de la cirugía en metros	
IMC	Peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en e metros (kg/m ²)	
Categoría IMC	1:Insuficiencia ponderal: <18.5	
	2:intervalo normal: 18.5 -24.9	
	3:Preobesidad: ≥ 25 – 29.0	
	4: Obesidad Clase I 30.0-34.9	
	5:Obesidad Clase II 35.0 -39.9	
	6:Obesidad Clase III: >40.0	
Nivel de escolaridad	0: Analfabeta	
	1: primaria trunca	
	2: Primaria completa	
	3: Secundaria trunca	
	4: Secundaria completa	
	5: Preparatoria trunca	
	6: Preparatoria completa	
	7: licenciatura trunca	
8. licenciatura completa		
Ocupación:	Nombre de la ocupación actual al momento del tratamiento	
Comorbilidades	0.- Ninguna 1.-Hipertensión arterial 2.- Diabetes Mellitus tipo 2 3.- Hipertensión arterial mas Diabetes Mellitus tipo 2 4.- Tabaquismo 5.- Alcoholismo 6. Tabaquismo y alcoholismo 7.- Drogas ilegales	
Fecha diagnóstico de la lesión	Día, mes y año en que se diagnóstico por primera vez la lesión	
Fecha de cirugía	Día, mes y año en que se realizó la cirugía	
Mecanismo de lesión	1: Armas contundentes (palos, martillos, botellas, pelotas, piedras, ect)	
	2.- Cortantes (navajas, cuchillos, pedazos de vidrio, etc)	
	3. Corto contundentes (Hachas, machetes, sables, etc)	
	4.- Perforantes (Agujas, punzones, estiletes, floretes, clavos, etc)	
	5.- Dislacereantes (sierras, tenazas, pinzas, limas, dientes, ruedas, etc)	
	6.- Punzo dislacereantes (arpones, astas de toro y ciervos)	
	7.- Armas de fuego (revólveres, pistolas, escopetas, fusiles, ect)	
	8.- Armas explosivas (granadas, bombas, cohetes. Ect)	
	9.- Accidentes automovilísticos (Atropello, caída, aplastamiento, arrastre,)	
Asociación fractura de húmero	0.- No 1.- Si	
Mano dominante	1.- No 2.- Si	
Extremidad superior afectada	1.- Extremidad superior derecha 2.- Extremidad superior izquierda	

	3.- Extremidad superior derecha e izquierda	
Región de la Extremidad superior afectada	1- Antebrazo 2.- Brazo 3.- Antebrazo y brazo	
Días totales transferencia tendinosa		
Días estancia intrahospitalaria		
Recuperación funcional post quirúrgica extensión de los dedos	0: Recuperación no significativa 1: Recuperación significativa 2: Recuperación deseada	
Recuperación funcional post quirúrgica extensión de la muñeca	0: Recuperación no significativa 1: Recuperación significativa 2: Recuperación deseada	
Recuperación funcional post quirúrgica extensión del pulgar	0: Recuperación no significativa 1: Recuperación significativa 2: Recuperación deseada	
Rehabilitación	0. Ninguna 1. Incompleta 2. Completa	
Complicaciones postquirúrgicas	0.- Ninguna 1.- Hematoma 2.- Seroma 3.- Infección 4.- Dehiscencia de tenodesis 5.- Ruptura de tenodesis	

Cuestionario Resultados funcionales de la transferencia tendinosa en lesiones altas del nervio radial por Cirugía Reconstructiva en un Hospital de tercer nivel

Caso No. _____ Expediente Clínico: _____

Evaluación de la funcionalidad del Nervio Radial con Escala MRC			
Definición ocupacional	ESCALA MRC		
	Valor	Fuerza	Descripción
0	0	Ausente	Parálisis total
1	1	Mínima	Contracción muscular visible sin movimiento
2	2	Escasa	Movimiento eliminado por la gravedad.
3	3	Regular	Movimiento parcial sólo contra gravedad.
4	3+	Regular +	Movimiento completo sólo contra gravedad.
5	4-	Buena -	Movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima.
6	4	Buena	Movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada.
7	4+	Buena +	Movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia.
8	5	Normal	Normal: movimiento completo contra resistencia total.

Evaluación de funcionalidad del nervio radial con escala MRC			
	Pre quirúrgica		Postquirúrgica
Fecha de aplicación			Fecha de aplicación
Extensión de la muñeca (ECU/ECRL-ECRB)			Extensión de la muñeca (PT-ECRL/ECRB)
Extensión del pulgar (ELP)			Extensión del pulgar (PL-ELP)
Extensión de los dedos (EDC)			Extensión de los dedos (FCR-EDC)

