

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

“LESIONES TRAUMÁTICAS DEL NERVIIO RADIAL Y SU MANEJO ACTUAL”

Trabajo final de graduación sometido a la consideración del Comité de la Especialidad
en Ortopedia y Traumatología para optar por el grado y título de Especialista en
Ortopedia y Traumatología

Sustentante

Dra. Adriana Delgado Gamboa

2021

AGRADECIMIENTOS

A mi hermana mayor y mi hermano menor, con quienes siempre puedo contar para su apoyo y ayuda.

Al Dr. Díaz, Dr. González y Dr. Corrales, quienes me brindaron sus consejos y su guía para la elaboración de este proyecto.

A mis residentes mayores y médicos asistentes especialistas hoy en día, por estar presentes desde el inicio de mi residencia, transmitiendo su conocimiento de manera desinteresada y ayudándome a intentar mejorar día con día.

DEDICATORIA

A mis padres, quienes desde el momento que inicié mis estudios en medicina han estado a mi lado, apoyándome y motivándome de manera incondicional para poder seguir adelante, además por enseñarme lo valioso que ha sido el esfuerzo para así, alcanzar mis metas.

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad Médica en Ortopedia y Traumatología del Programa de Postgrado en Especialidades Médicas, de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología.

Dr. Raúl Mora

Representante del Sistema de estudios de Postgrado



Dr. Diego Díaz Salas

Profesor guía.

Dr. Raúl Mora

Coordinador de la Especialidad Ortopedia y Traumatología.



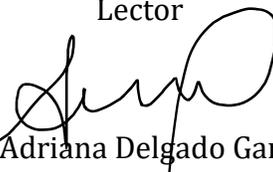
Dr. Pablo Corrales Monge

Lector



Dr. Roy González Zumbado

Lector



Dra. Adriana Delgado Gamboa

Sustentante

CONSTANCIA FILÓLOGA

CONSTANCIA

La que suscribe, Marian Víquez Soto, Licenciada en Literatura y Lingüística con énfasis en Español y Bachiller en la Enseñanza del Español, de la Universidad Nacional.

HACE CONSTAR

Que se ha realizado la revisión de corrección de estilo dentro de los marcos generales de redacción del informe final – Tesis de posgrado titulada “Lesiones traumáticas del nervio radial y su manejo actual” de la estudiante responsable de la investigación: **Dra. Adriana Delgado Gamboa**, cédula #503640868 para optar por el grado académico de Especialista en Ortopedia y Traumatología, de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, San José, Costa Rica; la misma cumple con los requisitos exigidos en la redacción de trabajos finales de graduación.

Por lo tanto, se declara SUFICIENTE y PERTINENTE en todo su contenido.

Se extiende la presente a solicitud de los interesados, Registro académico de la Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado, Especialidad en Ortopedia y Traumatología, Sede Rodrigo Facio, San José, Costa Rica, para los fines que consideren pertinentes y convenientes, en la ciudad de Heredia, a los once días del mes de enero del dos mil veintidós.

Marian Víquez Soto
Marian Víquez Soto.

Cédula 4-227-133.

Carné 88995.

ÍNDICE GENERAL

<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>II</u>
<u>DEDICATORIA</u>	<u>III</u>
<u>HOJA DE APROBACIÓN.....</u>	<u>IV</u>
<u>CONSTANCIA FILÓLOGA.....</u>	<u>V</u>
<u>RESUMEN.....</u>	<u>VIII</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>IX</u>
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	<u>X</u>
<u>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</u>	<u>X</u>
<u>ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....</u>	<u>XI</u>
<u>IUSTIFICACIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>2</u>
<u>OBJETIVOS</u>	<u>3</u>
<u>MARCO TEÓRICO</u>	<u>4</u>
1. ANATOMÍA	4
2. ETIOLOGÍA	7
3. DIAGNÓSTICO	12
4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL	16
5. TRATAMIENTO	17
<u>ALGORITMO PROPUESTO SOBRE EL MANEJO DE LESIONES TRAUMÁTICAS RADIALES POR FRACTURAS HUMERALES</u>	<u>38</u>
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>39</u>

BIBLIOGRAFÍA 41

RESUMEN

La parálisis del nervio radial, se asocia principalmente con fracturas diafisarias de húmero, ya sean primarias, debido al trauma inicial o secundarias a su tratamiento. La mayoría tendrá una recuperación espontánea, por lo tanto, la exploración quirúrgica temprana está indicada principalmente para fracturas abiertas.

Los signos iniciales de recuperación nerviosa pueden aparecer entre las 2 semanas y 6 meses. De lo contrario, la decisión de explorar el nervio, se basa en la edad del paciente, el examen clínico y la electromiografía.

Si no se produce la recuperación, un autoinjerto está indicado si tiene menos de 6 meses de la lesión, en condiciones adecuadas. En caso contrario, las neurotizaciones dan resultados satisfactorios y se pueden realizar hasta 10 meses después de la lesión.

Las transferencias tendinosas son el tratamiento estándar en lesiones de más de 10-12 meses de evolución, con resultados fiables y rápidos.

ABSTRACT

Radial nerve palsy is mainly associated with diaphyseal humerus fractures, either primary due to the initial trauma or secondary to its treatment. Most will recover spontaneously, therefore, early surgical exploration is indicated primarily for open fractures.

The initial signs of nervous recovery can appear between 2 weeks and 6 months. Otherwise, the decision to explore the nerve is based on the patient's age, clinical examination, and electromyography.

If recovery does not occur, an autograft is indicated before 6 months after the injury, under appropriate conditions. Otherwise, nerve transfers give satisfactory results and can be performed up to 10 months after the injury.

Tendon transfers are the standard treatment in injuries beyond 10-12 months, having reliable and fast results.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LESIONES DE NERVIOS PERIFÉRICOS.....	23
---	-----------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. NEUROTIZACIÓN DEL NERVIO MEDIANO AL NERVIO RADIAL: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE TÉCNICA QUIRÚRGICA.....	38
ILUSTRACIÓN 2. ABORDAJE Y TÉCNICA QUIRÚRGICA DE NEUROTIZACIÓN DE RAMAS DEL NERVIO MEDIANO AL NERVIO RADIAL.....	40
ILUSTRACIÓN 3. NEUROTIZACIÓN DEL N. MUSCULOCUTÁNEO AL N. RADIAL...	42
ILUSTRACIÓN 4. TRANSFERENCIAS TENDINOSAS.....	44
ILUSTRACIÓN 5. ALGORITMO PROPUESTO SOBRE EL MANEJO DE LESIONES TRAUMÁTICAS RADIALES POR FRACTURAS HUMERALES.....	49

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

APL: Abductor largo del pulgar.

BB: Bíceps braquial.

BR: Braquiorradial.

BRB: Rama braquiorradial.

ECRB: Extensor carpo radial corto.

ECRL: Extensor carpo radial largo.

ECRLB: Rama extensor carpo radial largo.

ECU: Extensor carpo ulnar.

EDC: Extensor común de los dedos.

EDQ: Extensor del quinto dedo.

EIP: Extensor propio del índice.

EMG: Electromiografía.

EPB: Extensor corto del pulgar.

EPL: Extensor largo del pulgar.

IM: Intermuscular.

FCR: Flexor carpo radial.

FCRB: Flexor carpo radial corto.

NIA: Nervio interóseo anterior.

NIP: Nervio interóseo posterior.

NRS: Nervio radial superficial.

PL: Palmar largo.

PT: Pronador redondo.

PTB: Rama pronador redondo.

RMN: Resonancia magnética.

RNP: Parálisis Nervio Radial.

JUSTIFICACIÓN

La parálisis del nervio radial (RNP) es una de las lesiones más comunes de los nervios periféricos y continúa siendo un desafío para los cirujanos de miembro superior.

El trayecto del nervio y su íntima relación con el húmero, lo colocan en alto riesgo de lesionarse con fracturas de húmero, las cuales representan un porcentaje, nada despreciable de las fracturas vistas en los servicios de emergencias.

Este trabajo consiste en identificar su etiología, diagnóstico y elaborar una propuesta de manejo que mejor convenga, para así, poder ofrecerle una mejor calidad de vida a los pacientes que la presenten.

INTRODUCCIÓN

El nervio radial suele lesionarse tanto en situaciones traumáticas como iatrogénicas. El tratamiento adecuado de las lesiones del nervio radial en particular, en fracturas cerradas de la diáfisis humeral continúa creando controversia y siendo un desafío para los cirujanos de miembro superior.

El trayecto del nervio y su íntima relación con el húmero, ocasiona que pueda dañarse en cualquier sitio a lo largo de su curso, resultando en una lesión neurológica que complica hasta el 22% de las fracturas humerales diafisarias. (Linguist *et al.*, 2015).

La naturaleza de la parálisis del nervio radial es variable y puede variar desde una contusión transitoria o neuropraxia hasta la incarceration del nervio entre fragmentos de fractura, laceración parcial o incluso, sección completa (Chang & Ilyas, 2018).

El tratamiento de la parálisis del nervio radial dependerá del nivel, la duración, la gravedad y la causa de la lesión. La lesión del nervio radial se trata de forma conservadora o quirúrgica mediante reparación nerviosa, injerto nervioso, neurotización, transferencia tendinosa o una combinación de técnicas (Phansopkar *et al.*, 2020).

Aunque se aplican los principios de tratamiento de las lesiones de nervios periféricos, los continuos avances en la literatura justifican una examinación periódica respecto a esta lesión (Chaudry *et al.*, 2019).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

1. Identificar el manejo más apropiado según la lesión radial presente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la anatomía del nervio radial.
2. Identificar la etiología de las lesiones traumáticas del nervio radial.
3. Diagnosticar qué tipo de lesión nerviosa se presenta.
4. Detallar los tipos de tratamiento.
5. Proponer protocolo de manejo.

MARCO TEÓRICO

1. ANATOMÍA

El nervio radial es el nervio más largo de la extremidad superior. Es una de las dos ramas terminales del cordón posterior del plexo braquial con fibras que se originan de las ramas C5, C6, C7, C8 y T1.

Comienza antero medialmente y viaja a lo largo del músculo subescapular para unirse con la arteria braquial profunda en el espacio triangular en el borde inferior del músculo redondo mayor.

A partir de 9.7 a 14.2 cm del acromion lateral, el nervio y la arteria viajan a lo largo del surco espiral, separando las cabezas medial y lateral del músculo tríceps (Zlotolow *et al.*, 2006).

Es un malentendido común el pensar que el nervio radial, desciende a lo largo del surco espiral, después de atravesar el espacio triangular; sin embargo, el surco espiral contiene fibras del origen del músculo braquial que separa el nervio del hueso, en cambio el contacto directo ocurre a nivel de la tuberosidad deltoidea proximalmente y a lo largo de la metáfisis lateral, distalmente. (Chaudry *et al.*, 2019).

El nervio sale del surco espiral de 10.1 a 14.8 cm proximal al epicóndilo lateral. Cuando el nervio pasa al compartimento anterior, a través del tabique intermuscular lateral, se encuentra en promedio de 10-12 cm de la superficie articular distal del codo, pero nunca a menos de 7,5 cm.

Distalmente, el nervio radial se desplaza profundamente entre los músculos braquial medialmente, y los músculos braquiorradial (BR) y extensor carpo radial largo (ECRL) lateralmente, antes de bifurcarse al nivel de la articulación radiocapitelar (Zlotolow *et al.*, 2006).

Estudios anatómicos demuestran que distal al septum IM lateral, la posición del nervio radial varía mucho. Se divide en el túnel radial, aproximadamente a 12cm del septum IM lateral, en una rama superficial y una rama profunda.

La inervación sensorial está asegurada por el nervio cutáneo braquial posterior, que surge del nervio radial en la fosa axilar; el nervio cutáneo lateral inferior que emerge del nervio radial en el surco radial; el nervio cutáneo antebraquial posterior, que emerge de este último o directamente del nervio radial (Laulan, 2018).

Además, la rama superficial es sensitiva pura y es denominado “nervio radial superficial” (NRS), este viaja por debajo del músculo braquiorradial en el lado radial del antebrazo.

En el tercio medio del antebrazo, el nervio se encuentra cerca y lateral a la arteria radial, a nivel del tercio distal del antebrazo, emerge del tendón del braquiorradial aproximadamente a 9 cm proximal de la estiloides radial y viaja superficialmente, debajo de la piel.

El NRS proporciona sensación al primer espacio interdigital y la cara dorsal del pulgar, el índice y el tercer dedo. Debido a la superposición entre el nervio radial superficial y el nervio cutáneo antebraquial lateral, la pérdida de la función del NRS, por

lo general es bien tolerada y únicamente es sintomática con la formación de neuromas (Chaudry *et al.*, 2019).

Desde el punto de vista motor, el nervio radial es el nervio principal para la extensión. En la literatura, hay discrepancias sobre el origen de las ramas para el músculo tríceps. Sin embargo, parece que las ramas principales emergen proximales al surco radial.

La inervación de la cabeza larga del tríceps braquial puede provenir del nervio axilar, la parte terminal del cordón posterior o mezclarse; una combinación del nervio axilar y radial.

La rama principal para la cabeza medial del tríceps braquial, que también inerva el músculo ancóneo a menudo, se separa del nervio radial en el lado medial del húmero.

Luego, después de haber cruzado el septum IM lateral, inerva los músculos braquioradial y extensor carpo radial largo utilizando ramas que surgen directamente del tronco nervioso.

El músculo extensor carpo radial corto (ECRB) está inervado por una rama que surge con mayor frecuencia de la rama superficial sensitiva, pero que puede emerger de la rama profunda motora en algunos casos, aproximadamente de 2 a 3 cm distal a la línea interepicondilar.

Finalmente, después de pasar por debajo del borde anterior tendinoso del supinador (arcada de Frohse) y atravesar el músculo, la rama motora profunda, se convierte en el nervio interóseo posterior (NIP), el cual inerva la mayoría de los

extensores del antebrazo y la mano: extensor común de los dedos (EDC), extensor carpo ulnar (ECU), extensor del quinto dedo(EDQ), abductor largo del pulgar (APL), extensor largo del pulgar (EPL), extensor corto del pulgar (EPB) y extensor propio del índice (EIP) (Laulan, 2018).

El NIP es la rama más radial y el NRS es la rama más cubital (Pet *et al.*, 2016).

2. ETIOLOGÍA

Los diversos tipos de lesiones nerviosas se clasifican según el sistema de clasificación de Seddon y Sunderland (tabla 1). En la práctica, para las lesiones del nervio radial asociadas a fracturas diafisarias de húmero, es útil diferenciar entre neuropraxia, atrapamiento, lesiones parciales y lesiones completas.

La fisiología y el trofismo de los músculos se alterarán, debido a que se suprime su inervación. Al principio, el edema será visible en la RMN.

A partir de las 3 semanas, la actividad muscular en reposo aparecerá en la electromiografía (EMG) en forma de potenciales de fibrilación. La placa motora final comenzará a degenerarse y este proceso, se volverá irreversible entre los 12-18 meses. Lo siguiente es la degeneración muscular, que se vuelve irreversible después de 18-24 meses, con fibrosis e infiltración grasa (Laulan, 2018).

CLASIFICACIÓN SEDDON	CLASIFICACIÓN SUNDERLAND	LESIÓN NERVIOSA	MECANISMO/ ELECTROFISIOLOGÍA	PRONÓSTICO/ TRATAMIENTO
NEUROPRAXIA	Grado I	Lesión segmentaria de mielina, axones y tejido conectivo preservados, no degeneración walleriana	Isquemia transitoria, compresión moderada o tracción, bloqueo de conducción, nervio puede estimularse por debajo de la lesión	Recuperación espontánea (horas-meses)
	Grado II	Lesión axonal aislada; endo, peri y epineuro intacto	Impacto directo, lesión por aplastamiento, tracción después de 3-4 semanas: nervio no puede ser estimulado EMG signos de denervación activa	Recuperación completa, cirugía no indicada
AXONOTMESIS	Grado III	Axones y endoneuro interrumpido, perineuro y fascículos preservados; posible cicatrización posterior	Impacto directo, lesión por aplastamiento, tracción después de 3-4 semanas: nervio no puede ser estimulado EMG signos de denervación activa	Recuperación espontánea aún posible de manera parcial, cirugía indicada
	Grado IV	Solamente epineuro preservado; cicatrización posterior	Lesión por tracción después de 3-4 semanas: nervio no puede ser estimulado y hay signos de denervación activa	No hay recuperación espontánea, cirugía indicada
NEUROTMESIS	Grado V	Lesión nerviosa completa	Sección cortante, ruptura por tracción después de 3-4 semanas: nervio no puede ser estimulado y hay signos de denervación activa	No hay recuperación espontánea, cirugía indicada

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LESIONES DE NERVIOS PERIFÉRICOS.

Fuente: Laulan (2018).

2.1. Lesiones por trauma

El nervio radial es el nervio motor que se lesiona con mayor frecuencia. La incidencia asociada a fracturas de húmero es del 12%, aunque algunos estudios han mostrado tendencia hacia una mayor incidencia, de hasta un 22%, en presencia de heridas en la piel y desplazamiento de fracturas importantes (Ekholm *et al.*, 2008). La mayoría de las parálisis, del 50% al 68%, se presentan como una pérdida motora completa.

El nervio radial y el húmero presentan una estrecha relación anatómica, lo que explicaría la asociación entre los patrones de fractura humeral y las lesiones del nervio radial.

La fractura de Holstein-Lewis se ha asociado con una lesión del nervio radial en un 20-25%, debido a la proximidad del nervio al hueso en el tercio distal del húmero. Sin embargo, a este nivel, el nervio se encuentra separado del hueso por 1 a 5 cm de músculo.

Por lo tanto, las lesiones del nervio radial en el tercio distal del brazo pueden encontrarse más relacionadas con el patrón de la fractura que con la proximidad del nervio al hueso (Linguist *et al.*, 2015).

Un meta análisis de Shao y col. concluyó que no había evidencia suficiente para apoyar la hipótesis original de Holstein y Lewis y que las fracturas transversales o espiroideas, ubicadas en el tercio medio o medio-distal del hueso son en realidad, las más probables de estar asociadas con la parálisis del nervio radial (Shao *et al.*, 2005).

El nervio puede lesionarse por la fractura misma, durante la manipulación de los fragmentos durante la reducción/cirugía o por atrapamiento en el callo óseo (Bumbasiveric *et al.*, 2016).

Otras lesiones como las luxaciones de hombro, las lesiones del cuello de radio y las fracturas de Monteggia, también pueden asociarse con lesiones del nervio radial (Chaudry *et al.*, 2019).

2.2. *Lesiones por arma de fuego*

Las lesiones por arma de fuego de alta o baja velocidad pueden causar daño significativo al nervio radial. Este tipo de lesiones no son poco comunes y su resultado, dependerá si el nervio fue directamente seccionado o dañado por la onda de choque o el efecto de explosión del proyectil (Akhavan-Sigari *et al.*, 2018).

2.3. *Lesiones por objetos punzantes*

Los cuchillos o vidrios pueden seccionar directamente el nervio, sin embargo, las ramas superficiales del nervio radial suelen ser las más vulnerables en este tipo de lesiones y generalmente, no producen un daño permanente significativo.

2.4. Lesión iatrogénica

Las lesiones de nervios periféricos son complicaciones comunes; no intencionales en cirugías del miembro superior. La parálisis del nervio radial relacionada al tratamiento de fracturas diafisarias de húmero ocurre en un 7% de los casos (Laulan, 2018).

El nervio radial es particularmente vulnerable en el tercio distal del húmero, teniendo un riesgo iatrogénico mayor de hasta un 15%. Puede lesionarse tanto por manejo conservador, posterior a una tracción o manipulación de la fractura, como en el manejo quirúrgico, ya sea con reducción abierta o cerrada, con el bisturí, pines de kirschner o con material de osteosíntesis (Bumbasiveric *et al.*, 2016).

Las revisiones de literatura que comparan la fijación de placas y el enclavado intramedular han encontrado una tasa similar de lesiones del nervio radial. Sin embargo, las lesiones observadas, después del enclavado intramedular fueron más graves (Reichert *et al.*, 2016).

La exploración intraoperatoria del nervio, también aumenta el riesgo de parálisis. Pero en este caso, la mayoría de las veces es neuropraxia, del 90% al 100% se recupera completamente de forma espontánea, en un promedio de 2 a 3 meses después.

En comparación, cuando no se explora el nervio, la parálisis puede estar relacionada con lesiones más graves como neurotmesis o el nervio radial atrapado en el sitio de la fractura o comprimido por el material de fijación (Claessen *et al.*, 2015).

Por lo tanto, cada enfoque quirúrgico debe incluir una evaluación sistemática del nervio radial. Abrir el septum IM lateral y la arcada de Frohse, debería permitir la movilización sin tensión del nervio y limitar el riesgo de neuropraxia. Del mismo modo, el tratamiento percutáneo requiere un abordaje limitado y el uso de protección al perforar para la inserción de pines o tornillos (Laulan, 2018).

El tiempo hasta la cirugía, no aumenta el riesgo de lesión del nervio radial. Pero este riesgo parece ser mayor, después de la cirugía secundaria, durante la revisión del fracaso del implante o después del tratamiento de la no unión (Shoji *et al.*, 2017).

La parálisis tardía puede suceder en ocasiones, después de la fractura y su tratamiento, en una ventana de tiempo entre las 6 semanas y 3 años. Se puede observar tanto posterior a manejo conservador como quirúrgico.

Estos casos de parálisis tardía son más frecuentes, debido a compresión del nervio radial en el callo de fractura, pero también se pueden ver atrapados en el septum intermuscular lateral y bajo tensión en el extremo del fragmento distal de fractura.

3. DIAGNÓSTICO

3.1. Clínica

El examen físico es la herramienta fundamental para el diagnóstico. Es vital buscar compromiso del nervio radial en cada paciente, con fractura de húmero diafisario.

Este examen puede complicarse por la presencia de trauma multinivel o incluso, daño al sistema nervioso central. Si no, el diagnóstico es generalmente fácil de hacer con un déficit motor y sensorial combinado correspondiente a la sistematización del tronco del nervio radial, mientras que generalmente preserva la extensión del codo.

El examinador debe ser consciente de que, con la flexión digital, es posible cierta extensión de la muñeca con extensores pasivos tensos. La extensión digital es un área donde pueden ocurrir la mayoría de los errores en el diagnóstico, debido a que la extensión de las articulaciones interfalángicas, se logra mediante los músculos interóseos y lumbricales, los cuales son inervados por el nervio cubital.

El déficit motor es obvio en el paciente con caída de muñeca y el examen clínico confirmará la falta de extensión activa de la muñeca y de las articulaciones metacarpofalángicas (detectada manteniendo la muñeca en posición neutra) junto con la pérdida de extensión del pulgar. A partir de las 5-6 semanas, también hay atrofia visible de los músculos en el compartimento posterior del antebrazo (Bumbasiveric *et al.*, 2016).

El déficit sensorial afecta a la parte dorsoradial de la mano, particularmente el aspecto dorsal del primer espacio interdigital. También, puede afectar el lado posterior del antebrazo; sin embargo, la sensación en el lado dorsal del brazo generalmente, se encuentra conservada.

En algunos casos, el déficit es incompleto, con preservación parcial de la sensibilidad. Cuando el déficit motor también afecta la extensión del codo, es posible un daño muy proximal al nervio radial.

Esto sugiere particularmente una lesión en el cordón posterior; es importante evaluar el deltoides para un déficit motor y el aspecto lateral del hombro para un déficit sensorial.

En algunos casos, el déficit nervioso radial inicia como un dolor en la cara lateral del codo o incluso, un dolor agudo y más difuso. Esto plantea la posibilidad de compresión nerviosa por la arcada de Frohse, si los síntomas aparecieron después de un esfuerzo sostenido o si no, la posibilidad de compresión idiopática (Laulan, 2018).

Durante las visitas de seguimiento, los músculos BR y ECRL, se analizan para buscar una recuperación temprana. El signo de Tinel se utiliza para seguir la progresión de la recuperación axonal, que ocurre a una velocidad de aproximadamente 1 mm por día (Isaacs, 2010).

3.2. Exámenes complementarios

Si bien es cierto que el examen físico es la herramienta principal para diagnosticar la RNP, también existen estudios complementarios que se pueden utilizar para la valoración del mismo.

Las radiografías se utilizarán específicamente, en caso de que se deba a una fractura, para poder localizarla y ver el grado de desplazamiento.

La EMG generalmente, no es de utilidad en primera instancia, debido a que inicialmente no es posible diferenciar entre neuropraxia y axonotmesis hasta no tener suficiente degeneración axonal.

En caso de lesiones axonales, a los 8-10 días, la amplitud obtenida del potencial de acción motor será baja, únicamente hasta las 3-4 semanas, ésta podrá revelar signos de denervación activa, en forma de fibrilación eléctrica (Laulan, 2018).

Uno debe ser consciente de que con las pruebas de electro diagnóstico es imposible hacer un pronóstico definitivo, con respecto a la recuperación nerviosa. Los estudios de conducción pueden predecir que el nervio, se recuperará solo un mes antes de que aparezcan los primeros signos clínicos de recuperación. El músculo braquiorradial es el primero en mostrar signos de recuperación, seguido por el extensor carpo radial largo y corto (Bumbasiveric *et al.*, 2016).

El ultrasonido, el cual permite visualizar el nervio afectado como fascículos hipoecoicos delgados, su ecogenicidad se encuentra entre la hipoecogenicidad de los músculos y la hiperecogenicidad de los tendones, siendo los principales datos: el engrosamiento nervioso anormal combinado con un cambio abrupto de calibre, a lo largo del eje del nervio en el sitio de la compresión (Dominguez-Gasca *et al.*, 2019).

En lesiones por trauma, la RMN puede revelar un nervio aplanado, desorganización fascicular o incluso, discontinuidad nerviosa. En casos por compresión, el nervio radial se verá ampliado con mayor señal en T2, especialmente cerca del sitio de compresión.

Al principio, mostrará la repercusión muscular de la lesión nerviosa aguda en forma de hiperintensidad en T2 de los músculos denervados. Más adelante, se puede utilizar para evaluar el trofismo muscular y dar seguimiento a la posible reinervación.

En casos de denervación crónica, la infiltración grasa, se asocia con hiperintensidad en T1.

4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

El problema del diagnóstico diferencial surge principalmente, fuera del contexto de una fractura diafisaria de húmero. Los cirujanos no deben ser engañados por el carácter obvio del déficit motor en el territorio radial, por lo que deben buscar sistemáticamente, una lesión radicular o plexo.

La evaluación electromiografía del músculo BR, inervada por C6, se utiliza para diferenciar entre el compromiso del tronco del nervio radial y el compromiso de la raíz del nervio C7.

Una lesión del cordón posterior del plexo braquial tendrá compromiso, tanto del nervio axilar como del nervio radial; sin embargo, a veces se limita a una parálisis del nervio radial, aparentemente aislado que también afecta al tríceps.

Múltiples mono neuropatías como la amiloidosis, a veces pueden aparecer inicialmente, como un compromiso del nervio radial.

El infarto cortical ubicado en el área motora de la mano, ubicada en la parte anterior del giro pre central puede simular daño periférico; especialmente con pérdida de extensión de muñeca y/o dedos, pero generalmente, se asocia con signos y síntomas centrales (Laulan, 2018).

5. TRATAMIENTO

El tratamiento de las parálisis del nervio radial puede ser de manejo conservador o quirúrgico.

5.1. Manejo Conservador

Inicialmente, los primeros investigadores recomendaban una exploración quirúrgica rutinaria de todas las parálisis nerviosas radiales, asociadas con fracturas de la diáfisis humeral, con el tiempo esto ha cambiado y los investigadores han comenzado a favorecer el tratamiento conservador inicial, debido a una alta tasa de recuperación.

En una revisión sistemática realizada por Shao y colegas, encontraron una tasa de recuperación espontánea del 70,7% y una tasa de recuperación general del 88,1% (Shao *et al.*, 2005). Además, no encontraron ninguna diferencia en los resultados entre los pacientes tratados con exploración y observación tempranas.

Este hallazgo fue confirmado posteriormente, en un meta análisis por Liu y compañía, demostrando una alta tasa de recuperación, afirmando también que muchos procedimientos quirúrgicos fueron innecesarios, junto con sus riesgos, los cuales se pueden evitar eligiendo, inicialmente un manejo expectante (Liu *et al.*, 2012).

El tratamiento conservador ciertamente tiene un rol importante. Una gran cantidad de condiciones que incluyen lesión del nervio radial son transitorias y pueden ser tratadas de manera, no quirúrgica.

Uno de los aspectos más importantes del manejo conservador es mantener un rango de movimiento pasivo completo en todas las articulaciones afectadas, a través de ejercicios y el uso de férulas dinámicas.

La función clave es la extensión de la muñeca, por lo que, el agarre depende de manera crítica de la fijación de la muñeca en extensión. El objetivo de la rehabilitación es además de mantener el movimiento pasivo de varias articulaciones, limitar el riesgo de adherencias.

La electroestimulación también, se puede utilizar para mantener el trofismo muscular. Solo se puede hacer en combinación con seguimiento clínico y EMG para buscar signos de posible recuperación espontánea (Shah & Jebson, 2008).

5.2. Manejo Quirúrgico

A pesar de numerosos estudios, el manejo de las parálisis del nervio radial, asociadas a fracturas diafisarias del húmero sigue siendo un tema controversial. Hay algunas circunstancias en las que la exploración temprana es el estándar de atención bien aceptado.

Estas circunstancias incluyen fracturas abiertas, fracturas que no pueden lograr una reducción cerrada adecuada y requieren una fijación interna de reducción abierta, fracturas con lesiones vasculares asociadas y pacientes politraumatizados.

La parálisis asociada a fracturas por arma de fuego son escenarios únicos que se pueden manejar de manera expectante, a menos que se asocien con una lesión vascular concomitante. (Bercik *et al.*, 2012).

Estudios anteriores incluían la parálisis secundaria, después de una reducción cerrada como una indicación absoluta; sin embargo, hay cada vez más pruebas de que estos también, se pueden manejar de manera expectante.

Para la típica parálisis del nervio radial primario, asociada con una fractura cerrada de la diáfisis humeral, en general, el debate se divide entre 2 campos básicos de pensamiento: cirujanos que favorecen la exploración temprana frente a aquellos que favorecen el manejo expectante con una posible exploración tardía (Chang & Ilyas, 2018).

Exploración temprana

Los defensores de la exploración temprana en todos los casos con parálisis del nervio radial con una fractura de húmero argumentan que todas las parálisis del nervio radial, después de las fracturas diafisarias del húmero deben tratarse con una exploración temprana.

Apoyan esta posición alegando las siguientes ventajas:

- La exploración temprana está indicada, ya que un número suficiente de parálisis del nervio radial, no recupera espontáneamente (aproximadamente el 30% de los casos), lo que aún garantizaría una exploración tardía 3 meses después de la

lesión, prolongando así rehabilitación, discapacidad y potencialmente comprometiendo la recuperación nerviosa.

- Permite clasificar la lesión nerviosa de manera temprana (neuropraxia, encarcelamiento, transección parcial y transección completa) y así un tratamiento temprano, al igual que su recuperación antes de que ocurra la cicatrización de tejidos blandos, retracción nerviosa, pérdida de la placa motora final motora y atrofia muscular.
- La exploración temprana y la reparación nerviosa (si está encarcelada o transectada) conduce a mejores resultados, ya que los resultados de recuperación nerviosa, dependen del tiempo.
- La exploración temprana es técnicamente más fácil y segura que la exploración tardía, siendo esta última más propensa a la cicatrización de los tejidos blandos y al potencial atrapamiento del nervio en el callo de la fractura.
- Permite la estabilización concomitante de la fractura con la fijación interna, facilitando así una recuperación funcional y rehabilitación más rápida de los pacientes.

Según algunos investigadores, hay demasiadas lesiones del nervio radial que requieren tratamiento quirúrgico como para no realizar una exploración temprana en todas las parálisis, asociadas a fracturas. Dependiendo de la serie reportada, la proporción de lesiones tratables quirúrgicamente, después de la exploración tardía varía (Chang & Ilyas, 2018).

Según Lowe y colaboradores, indican que el momento de la reparación nerviosa es primordial y que las placas motoras terminales deben renervarse antes de los 12 meses, para que se restablezca una función útil; sin embargo, la atrofia muscular irrecuperable puede producirse antes. (Lowe *et al.*, 2002).

Los defensores de la exploración temprana, también afirman que es técnicamente más fácil, seguro y reduce el riesgo, de que el nervio radial permanezca atrapado en el callo de la fractura o el tejido cicatrizal.

Exploración tardía

La exploración tardía es la estrategia más común para la parálisis persistente. La cirugía tardía da una probabilidad del 69% de recuperación en el contexto de la fractura de la diáfisis humeral, con un riesgo del 31% de no recuperar al final del tratamiento (Bishop & Ring, 2016).

A medida que el nervio radial inerva los músculos extrínsecos, la distancia desde el nivel de lesión hasta las placas motoras terminales, es más corta que la de los nervios mediano y ulnar. Por lo tanto, la reparación nerviosa, se puede realizar con éxito de manera tardía, aunque el tiempo puede afectar la recuperación (Chaudry *et al.*, 2019).

A. Reparación nerviosa

En casos de lesión nerviosa radial alta sin gap nervioso, una reparación primaria y libre de tensión es una estrategia reconstructiva que es aplicable con mayor frecuencia, en casos de laceración aguda por trauma penetrante o lesión iatrogénica durante el tratamiento abierto de una fractura de húmero.

Es solo en estos casos de transección nerviosa aguda, que es probable que los extremos del nervio cortado, estén en condiciones adecuadas para una reparación primaria sin tensión.

Al considerar la reparación primaria o el injerto nervioso de una lesión nerviosa radial alta, se recomienda prestar atención a las siguientes perlas (Pet, Lipira, & Ko, 2016):

- Cualquier tensión en una coaptación nerviosa, conducirá a un resultado inferior. Al realizar una reparación primaria, se debe neurolizar tanto proximal como distalmente, para permitir una coaptación libre de tensión en todo el rango de movimiento. Si esto no se puede lograr, se debe considerar un método alternativo de reconstrucción.
- En el momento de la reconstrucción nerviosa, identificar y liberar todos los puntos anatómicos de compresión nerviosa distal.
- Mientras se espera la cirugía para reinervación, se debe mantener las articulaciones flexibles y evitar la contractura en flexión de la muñeca y los dedos con una férula y terapia física.

- Seguimiento postquirúrgico estricto: falla al observar una recuperación progresiva de Tinel y/o motora en los 6 a 9 meses, posteriores a la reparación primaria o el injerto nervioso debe impulsar la evaluación electro diagnóstica y tomar en consideración, realizar una transferencia nerviosa antes de que se produzca la degeneración de la placa motora final.

El injerto nervioso se puede utilizar en casos donde existe un gap residual, en donde no es posible la reparación nerviosa extremo a extremo. No hay consenso sobre la longitud máxima del injerto nervioso para el nervio radial.

En la literatura, los injertos nerviosos de más de 8 cm, se asocian con peores resultados. Sin embargo, se informa regularmente de resultados satisfactorios con injertos nerviosos de hasta 15 cm de largo (Tordjman *et al.*, 2021).

El nervio sural es el más comúnmente utilizado como autoinjerto. Secuelas posibles incluyen pérdida sensitiva, neuroma, trombosis venosa profunda y hematoma. Debido a estas posibles secuelas, pueden existir dudas en crear esta morbilidad en casos donde el pronóstico es reservado, por lo tanto, en estos pacientes se debe considerar un aloinjerto.

Se han realizado estudios comparativos entre el uso de aloinjertos nerviosos versus autoinjertos, demostrando resultados funcionales similares en casos con gaps de 5-50mm.

B. Neurotizaciones

Se define la transferencia nerviosa o “Neurotización” como aquella técnica quirúrgica consistente en la sección de un nervio o fascículo del mismo (donante) sacrificando su función original, para unirlo con el cabo distal de un nervio o fascículo receptor, cuya función se ha perdido, debido a una lesión y se busca restablecer. Con esta técnica, es inevitable la pérdida de función del nervio donante, por lo que, es necesario valorar el riesgo-beneficio de la misma (Martínez *et al.*, 2017).

Las transferencias nerviosas del nervio mediano al nervio radial son de las más difíciles técnicamente, pero que conllevan a la mejor calidad de resultados.

1. Transferencia del Nervio Mediano al Nervio Radial: Ramas del Flexor Superficial de Los Dedos y del Palmar Largo

En estudios pasados, Mackinnon *et al.* (Lowe *et al.*, 2022) presentaron algunas propuestas de transferencias en parálisis del nervio radial. Sin embargo, su propuesta inicial no siguió los principios de sinergia muscular, debido a que el flexor superficial de los dedos es un antagonista de los extensores de los dedos.

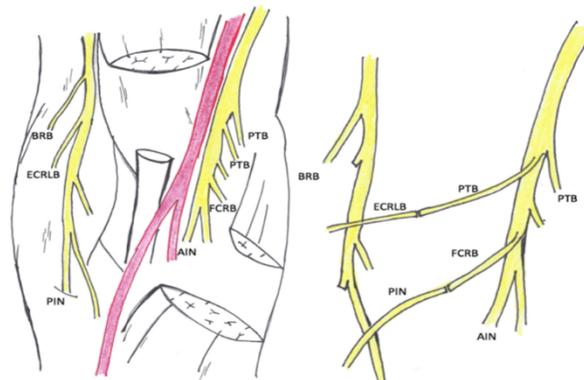
La selección de nervios donantes con funciones agonistas a los nervios receptores facilita la posterior integración cortical. En pacientes subsecuentes, aplicaron estos principios y recomendaron transferir la rama nerviosa del flexor superficial de los dedos, al nervio del ECRB y transferir ramas redundantes del nervio del FCR o del PL al NIP, en una sola sutura sin separar los fascículos del donante o receptor (Lowe *et al.*, 2002).

Publicaron además, una serie de 19 pacientes con buenos resultados donde documentaron una fuerza muscular de M4 o mayor en un tiempo de 12 meses, con respecto a la extensión de la muñeca, los dedos y el pulgar.

En una pequeña cantidad de pacientes se realizó, de manera concomitante, una transferencia tendinosa del PT al ECRB utilizándolo como una férula interna (Mackinnon, 2016).

2. *Neurotización del nervio mediano al nervio radial: ramas del pronador redondo y del flexor carpo radial*

En un estudio por García *et al.* (2014). se reportaron excelentes resultados para la extensión de la muñeca, basada en la transferencia de una rama del pronador redondo al extensor carpo radial largo. Además, transfirieron una rama del flexor carpo radial al NIP, para restaurar la extensión digital (Ilustración 1.).



**ILUSTRACIÓN 1. NEUROTIZACIÓN DEL NERVIO MEDIANO AL NERVIO RADIAL:
REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA.**

Fuente: García *et al.* (2014).

En caso de que no existiera doble inervación del pronador redondo, se puede emplear una rama del flexor superficial de los dedos para neurotizar el ECRL.

Como técnica quirúrgica, se utiliza un torniquete neumático al igual que lupas magnificadoras 4x. Se realiza un abordaje anterior único de codo, a través de una incisión en zigzag.

El nervio radial se localiza en el intervalo entre el BB y el músculo BR. En la porción proximal del canal bicipital externo, se localiza la rama nerviosa para el BR y la del ECRL (Ilust. 2A). Se identifica el NIP distalmente en la bifurcación donde surge la rama sensitiva del nervio radial.

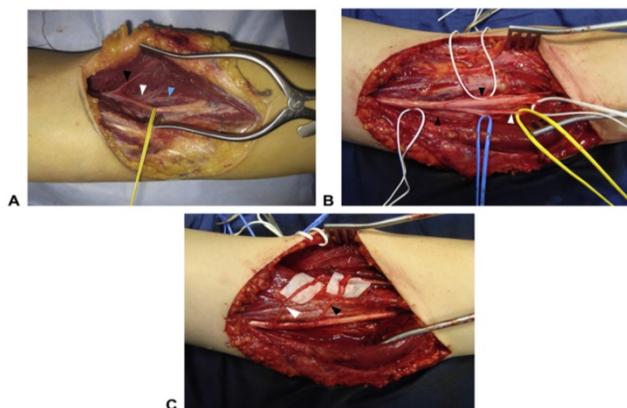
En la zona medial de la incisión, se expone el nervio mediano, ubicado en el canal bicipital interno y sus ramas para el pronador redondo (suele ser doble en algunos casos con una frecuencia cercana al 75%) y la rama del FCR, que es la rama motora más larga a este nivel (Ilust. 2B).

Debido a las variaciones anatómicas, la electroestimulación intraoperatoria es esencial para localizar los nervios del donante. Entre las ramas que inervan el PT, se elige la de mayor longitud, que suele ser la más proximal, se secciona en su entrada al PT, y se dirige lateralmente para neurotizar la rama del ECRL, que se secciona también en su origen en el nervio radial, sin necesidad de disección intraneural.

Las ramas nerviosas pueden ser coaptadas utilizando un medicamento adhesivo tisular biológico (por ejemplo: Tissucol, beriplast) (Ilust. 2C). La rama para el FCR, también se secciona en su entrada al músculo y se dirige lateralmente para unirla al

NIP, seccionada a nivel de la bifurcación con la rama sensitiva del nervio radial (Ilust. 2C).

Posterior a la cirugía, se mantuvo la flexión del codo durante 3 semanas para evitar movimientos repentinos o presión en el área de transferencias nerviosas.



A. Nervio radial (banda elástica amarilla) y sus ramas alrededor del codo. 2 ramas para el músculo extensor carpo radial (flechas blanca y azul) que emergen después de la BRB (flecha negra).

B. nervio mediano en el canal bicipital interno, distal a la derecha. La rama motora del FCR (flecha blanca y banda amarilla), ramas del PT (flechas negras), rama del PL (banda elástica azul). NIA lado derecho de la imagen (banda blanca).

C. Coaptación de PTB transferida a ECRLB (flecha blanca), y la rama motora del FCR transferida al NIP (flecha negra). (García, Navarro, Martínez, & Rojas, 2014).

ILUSTRACIÓN 2. ABORDAJE Y TÉCNICA QUIRÚRGICA DE NEUROTIZACIÓN DE RAMAS DEL NERVIO MEDIANO AL NERVIO RADIAL.

Fuente: García *et al.* (2014).

En este estudio, se observó una actividad débil inicial del ECRL entre los 4 y 6 meses después de la cirugía y se observó contracción del ECU y extensión de los dedos, después de los 8 a 11 meses.

Posteriormente, todos los pacientes lograron extender la muñeca y los dedos al mismo tiempo, y todos fueron capaces de extender y flexionar los dedos, de forma independiente.

No hubo una pérdida sustancial de fuerza de pronación o flexión de muñeca. No había rigidez en los dedos, la muñeca o el codo. La resistencia de agarre en el lado operado promedio fue de un 93% comparado al lado no afectado (García *et al.*, 2014).

3. *Neurotización del nervio musculocutáneo al nervio radial*

En casos de existir de manera concomitante, una lesión del nervio mediano y cubital, se puede realizar transferencia del nervio musculocutáneo al nervio radial. Esta técnica fue descrita en 1947 y fue diseñada para la reparación de defectos mayores de 6cm.

Durante el procedimiento, se debe localizar el nervio musculocutáneo en el espacio intersticial localizado entre el músculo bíceps y el braquial anterior, una vez que ya ha dado las ramas al músculo coracobraquial.

El nervio musculocutáneo, se secciona en la zona inmediatamente distal al origen de las ramas principales para el músculo bíceps, y proximal a las ramas distales del músculo braquial, por lo que, no se afecta de forma considerable, la flexión del codo.

El bíceps, cuya inervación permanece intacta, compensará la función perdida por la denervación de parte del braquial. Es por ello, que el nervio musculocutáneo, tras ser seccionado en el lugar indicado, puede ser utilizado para neurotizarse el nervio radial mediante sutura término-terminal, en grandes defectos localizados en los dos tercios superiores del brazo o en la axila.

Para llevar a cabo esta cirugía, es esencial que el extremo proximal de la sección del nervio radial esté localizado proximalmente, a más de 6–7 cm del cóndilo lateral del húmero, para así poder realizar la sutura sin tensión (Ilustración 3) (Martinez *et al.*, 2017).

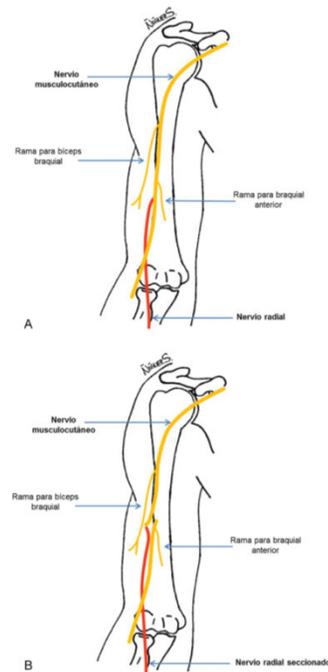


Fig. 1 (A) Anatomía del nervio radial y del nervio musculocutáneo. (B) Transferencia de nervio musculocutáneo, distal a la rama que inerva al bíceps braquial, al nervio radial.

ILUSTRACIÓN 3. NEUROTIZACIÓN DEL N. MUSCULOCUTÁNEO AL N. RADIAL

Fuente: Martinez *et al.* (2017).

Las transferencias nerviosas deberían establecerse, después de una exploración quirúrgica de la lesión, ya que esto permite identificar lesiones grandes que no son adecuadas para el injerto nervioso, en cuyo caso, la transferencia nerviosa es una excelente opción.

Estas ofrecen a los pacientes una mejor destreza de los dedos sin necesidad de un injerto nervioso y al mismo tiempo, reduce el riesgo de mal alineamiento del fascículo sensorial/motor.

Otra ventaja es que requiere una exposición quirúrgica más pequeña, una buena movilidad pasiva de la muñeca prequirúrgicamente no es un requisito y la extensión del pulgar, se reconstruye sin necesidad de una transferencia tendinosa.

También, se ha observado que el movimiento de flexión-extensión de los dedos es mucho más independiente y natural. El inconveniente de las transferencias nerviosas es el período de espera para el crecimiento nervioso (García *et al.*, 2014).

Las perlas técnicas incluyen una reparación libre de tensión con la rama donadora distal y conectada al extremo proximal de la rama recipiente, liberando posibles sitios de atrapamiento.

C. Transferencias tendinosas

El tratamiento paliativo por transferencia de tendones es una parte integral del plan de tratamiento para la parálisis del nervio radial postraumático. Se puede discutir en las primeras semanas, si la reparación o el injerto nervioso no se pueden hacer o no están justificados; por ejemplo, si se requiere un injerto nervioso muy largo.

La transferencia tendinosa, también se puede proponer de inmediato, si el lecho de reparación nerviosa es de mala calidad, si la evaluación nerviosa inicial sugiere que el tronco nervioso disponible debe reservarse para reparar otro tronco nervioso, y/o si el sujeto es mucho mayor.

También, se puede combinar con cirugía nerviosa en casos de lesiones del cordón posterior del plexo braquial y lesiones de las raíces del nervio del plexo, la mayoría de las veces C7.

En la mayoría de los casos, se considera secundariamente cuando la lesión se aborda demasiado tarde (recuperación motora ineficaz después de 12-18 meses de denervación) o después del fracaso o recuperación incompleta, después del tratamiento nervioso (Tordjman *et al.*, 2021).

Mientras se espera el tratamiento quirúrgico, es muy importante asegurar la presencia de diversos factores (Cheap *et al.*, 2016):

- Articulaciones flexibles
- Donantes fungibles con adecuada fuerza y excursión
- Tracción debe ser en línea recta
- Sinergismo entre tendones a utilizar
- Cobertura de tejidos blandos con mínimo tejido cicatrizal
- Un tendón por función

El objetivo de realizar transferencias tendinosas es restaurar simultáneamente, la extensión activa de la muñeca en casos de parálisis radial alta, junto con la extensión de los dedos y pulgar. Varias transferencias pueden restaurar estas funciones y hay varias combinaciones de transferencias que cumplen con diversos criterios de selección (Ilustración 4) (Tordjman *et al.*, 2021).

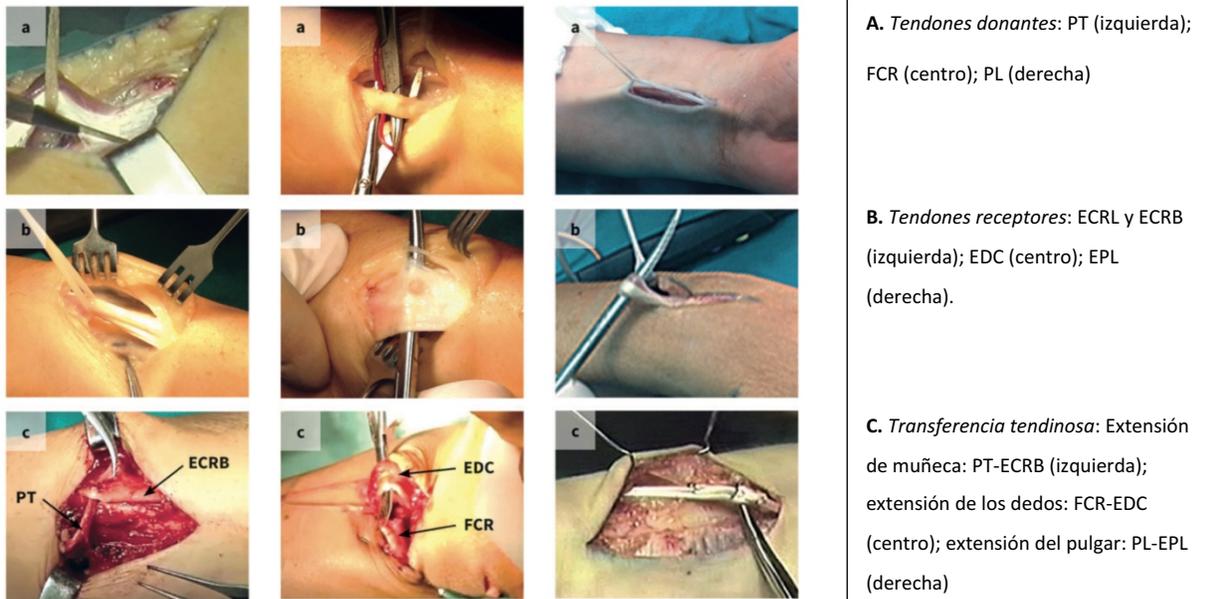


ILUSTRACIÓN 4. TRANSFERENCIAS TENDINOSAS.

Fuente: Karabeg (2020).

Extensión de muñeca

La transferencia más común para la extensión de muñeca es el PT al ECRB. Esta, es probablemente la función más importante que restaurar en parálisis radial alta, especialmente porque los pacientes no toleran bien una deformidad permanente de flexión de muñeca.

Las ventajas de usar el PT como músculo donante son su resistencia (1,2 kg) y su excursión (50 mm), además de que deja pocas secuelas, ya que el pronador cuadrado, que está inervado por el nervio mediano, asegura la pronación.

Además, la preservación del trayecto inicial del músculo después de la transferencia, continúa asegurando su acción de pronación. El extensor carpo radial corto como receptor se prefiere, debido a que su inserción es más central (basada en el tercer metacarpiano) y proporciona una desviación radio-cubital más equilibrada durante la extensión de la muñeca (Tordjman *et al.*, 2021). Si el pronador redondo no se puede transferir, se puede utilizar uno de los tendones del flexor superficial de los dedos.

Extensión de los dedos

La extensión digital puede ser restaurada por el flexor ulnar del carpo, el flexor carpo radial o el flexor superficial de los dedos. El flexor carpo ulnar es uno de los primeros músculos motores, utilizados para restaurar la extensión de las articulaciones metacarpofalángicas.

Su resistencia es superior a la de los extensores, pero su excursión es ligeramente menor. Sin embargo, su utilización es potencialmente responsable de desviación radial. Para evitar este tipo de secuelas, también se ha propuesto la utilización del flexor carpo radial al extensor común de los dedos.

Es ligeramente menos resistente pero su excursión es más cercana al extensor común de los dedos. Además, su utilización no desestabiliza la muñeca en el plano frontal (Tordjman *et al.*, 2021).

Extensión del pulgar

La extensión del pulgar puede ser restaurada transfiriendo el palmar largo o uno de los flexores superficiales de los dedos hacia el extensor largo del pulgar. Existen diversas opciones para restaurar la abducción del pulgar:

1. Redirigir el EPL, cuando se utiliza el palmar largo como motor. Esto ayudará a suprimir la acción aductora del extensor, que se retira de su surco, en favor de una acción de abducción y luego, proporcionará abducción y extensión simultánea del pulgar en la articulación interfalángica. El extensor también se puede redirigir de manera retrógrada, a través del primer compartimento para permitir el deslizamiento sin dificultad. El cambio de ruta ayuda a prevenir el encordamiento del tendón, que puede ser un efecto secundario de la transferencia del palmar largo al extensor largo del pulgar, cuando se realiza simultáneamente, la flexión de la muñeca y la extensión del pulgar.

2. Tenodesis del tendón abductor largo del pulgar, alrededor de la inserción distal del braquioradial. El extensor corto del pulgar, se puede suturar en el extensor largo del pulgar para así, estabilizar el primer metacarpiano, ayudando al mismo tiempo a prevenir la deformidad en Z del pulgar (Tordjman *et al.*, 2021).

Planeamiento preoperatorio

Las reparaciones se pueden realizar de extremo a extremo para una línea de tracción más recta o de extremo a lado, cuando se realizan tempranamente o en combinación con reparación nerviosa, por lo que, se espera algún grado de recuperación nerviosa (Chaudry *et al.*, 2019).

Es difícil elegir la combinación más adecuada de transferencias de tendones. La selección de qué técnica utilizar, se basa en múltiples criterios, por lo que es importante tener una discusión con el paciente sobre sus necesidades y establecer los objetivos de la transferencia. La elección se basa en diversos criterios (Cheah *et al.*, 2016):

- Si la parálisis está completa o incompleta. En casos de baja parálisis radial no está indicado el uso del flexor ulnar del carpo, porque acentuará el desequilibrio frontal de la muñeca.
- Conocer las demandas funcionales del paciente teniendo en cuenta, el lado dominante, el trabajo y las actividades recreativas que realiza.
- La edad, la capacidad y la motivación del paciente para seguir un curso prolongado de rehabilitación; las transferencias que utilizan al flexor superficial de los dedos a menudo requieren una rehabilitación prolongada, por lo que sus indicaciones deben limitarse a pacientes jóvenes y altamente motivados.
- La condición clínica del paciente: la hiper movilidad de las articulaciones interfalángicas proximales puede predisponer al paciente al desarrollo de una

deformidad en cuello de cisne, después de la transferencia del flexor superficial de los dedos; por el contrario, este tendón tiene una gran excursión y se puede recomendar en pacientes que tienen movilidad limitada en la muñeca o artrodesis y que no pueden usar el efecto de tenodesis sinérgica en transferencias que involucran al flexor ulnar del carpo y flexor carpo radial.

- Si hay tendones transferibles (como el palmar largo presente) y si tienen adecuada fuerza y excursión.

- La presencia de lesiones asociadas que, en casos de lesión musculotendinosa grave y compleja del compartimento anterior del antebrazo, puede limitar las opciones de transferencia.

Rehabilitación postquirúrgica

El programa de rehabilitación posterior al procedimiento implica un aumento gradual del movimiento articular, la acción muscular y el destete de la férula. Debe enfatizarse que cuando se inicia la movilización conjunta a las 4 semanas, la tensión aún debe mantenerse fuera de la transferencia; por lo que la flexión y extensión del codo debe realizarse solamente, cuando la muñeca está pronada y en extensión, al igual cuando los dedos están extendidos (Cheap *et al.*, 2016).

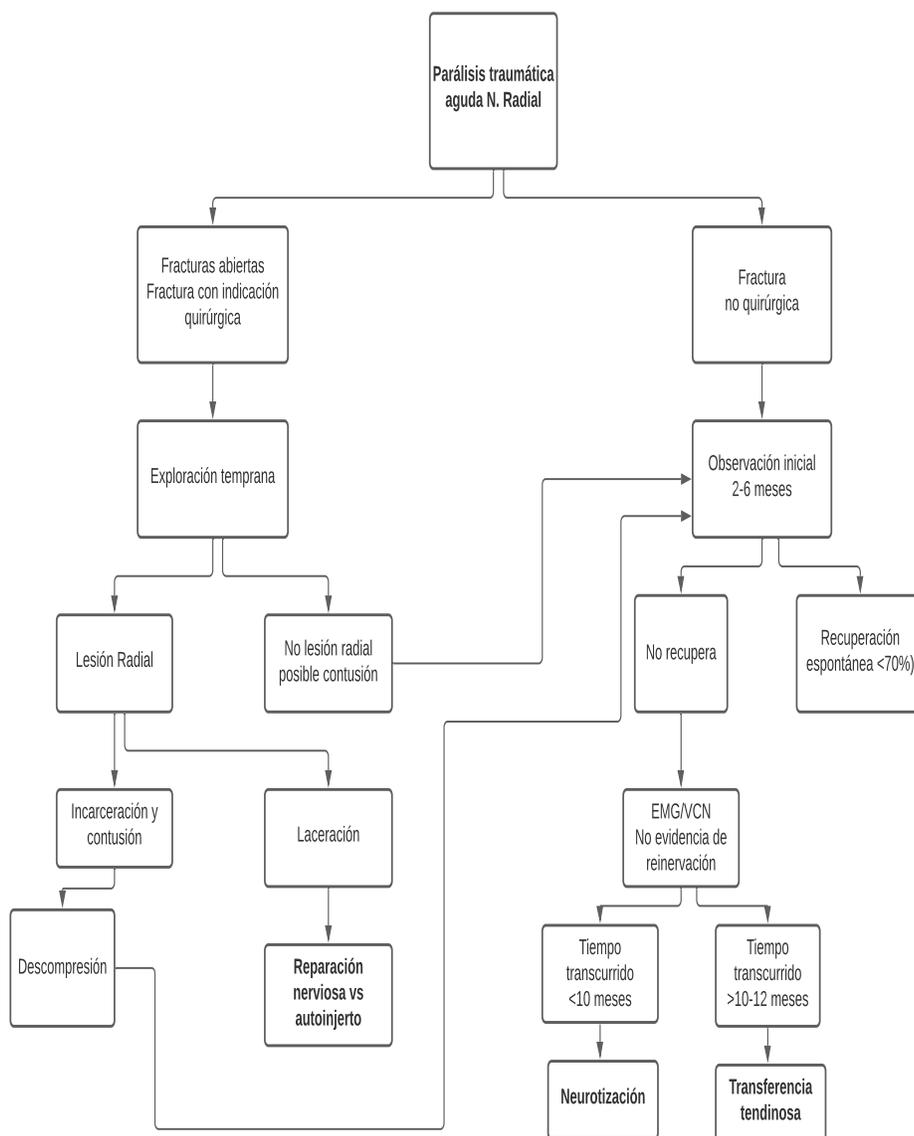
Resultados

Se informan generalmente altos niveles de satisfacción del paciente y buen rango de movimiento. La neuroplasticidad (la habilidad que tiene el cerebro para adaptarse a los cambios a través de redes neuronales) es requerida, por lo tanto, los pacientes más jóvenes y motivados tienden a tener mejores resultados.

Las complicaciones asociadas a transferencias tendinosas para el nervio radial, incluyen tensiones insuficientes o excesivas, pérdida de agarre, movimiento inusual de la muñeca y los dedos, flexión limitada de la muñeca y falta de movimiento individual de los dedos (Chaudry *et al.*, 2019).

ALGORITMO PROPUESTO SOBRE EL MANEJO DE LESIONES TRAUMÁTICAS RADIALES POR FRACTURAS HUMERALES

Según la base bibliográfica consultada se elabora un algoritmo como propuesta de manejo según el tipo de lesión radial que se presente. (Ilustración 5)



CONCLUSIONES

El conocimiento de la anatomía del nervio radial, la fisiología, los mecanismos de lesión y el potencial de recuperación después de la lesión, continúa actualizándose constantemente.

La mayoría de los casos de lesiones del nervio radial están relacionados con eventos traumáticos como las fracturas diafisarias de húmero y se han descrito múltiples opciones de tratamiento que incluyen transferencias de tendones, reparación nerviosa con o sin injerto, transferencias nerviosas o procedimientos combinados.

La exploración temprana sigue siendo la recomendación en lesiones penetrantes y fracturas abiertas de alta energía cuando la probabilidad de recuperación es inferior al 40% (Chaudry *et al.*, 2019).

Pero en casos en donde no aplique la indicación quirúrgica para la fractura humeral, la exploración tardía del nervio radial, se justifica si no se produce una recuperación espontánea a los 3 a 4 meses de observación.

Sin embargo, aún es un tema muy controvertido el realizar exploración temprana versus tardía de parálisis del nervio radial asociadas a eventos traumáticos.

El pronóstico para la reparación nerviosa es mejor para el nervio radial que para los nervios cubitales o medianos. Cuando el tiempo transcurrido hasta la cirugía, las condiciones locales y la edad sean favorables, se puede indicar la reparación nerviosa o un autoinjerto. Sin embargo, algunos equipos experimentados han dejado de realizar autoinjertos, dados sus buenos resultados con las neurotizaciones (Laulan, 2018).

En tiempos pasados, la neurotizaci3n solía ser extremadamente controversial, y conforme se realizaron mayores estudios, actualmente es más aceptado y usualmente preferido en el tratamiento para las lesiones del nervio radial.

Con respecto a las transferencias tendinosas, a pesar de sus deficiencias, esta llamada “cirugía paliativa” es un método muy utilizado, debido a presentar rápidos resultados, además de no ameritar una curva de aprendizaje tan alta comparada con las neurotizaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Linguist, K., Martineau, P., & Allan, C. (2015). Radial Nerve Injuries. *J Hand Surg Am*, 166-172.
- Chaudry, S., Ipaktchi, K., & Ignatiuk, A. (2019). Updates on and controversies related to management of radial nerve injuries. *J Am Acad Orthop Surg*, 280-284.
- Zlotolow, D., Catalano, L., Barron, A., & Glickel, S. (2006). Surgical Exposures of the Humerus. *J Am Acad Orthop Surg*, 754-765.
- Pet, M., Lipira, A., & Ko, J. (2016). Nerve Transfers for the Restoration of Wrist, Finger, and Thumb Extension After High Radial Nerve Injury. *Hand clinics*, 191-207.
- Ekholm, R., Tornkvist, H., Adami, J., & Tidermark, J. (2008). The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome. *J Orthop Trauma*, 693-697.
- Shao, Y., Harwood, P., Grotz, M., Limb, D., & Giannoudis, P. (2005). Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.*, 1647-1652.
- Chang, G., & Ilyas, A. (2018). Radial Nerve Palsy After Humeral Shaft Fractures. *Hand Clinics*, 105-112.
- Phansopkar, P., Athawale, V., Birelliwari, A., Naqvi, W., & Kamble, S. (2020). Post-operative rehabilitation in a traumatic rare radial nerve palsy managed with tendon transfers: a case report. *Pan African Medical Journal*.
- Bumbasiveric, M., Palibrk, T., Lesic, A., & Atkinson, H. (2016). Radial nerve palsy. *EFORT open Rev*, 286-294.
- Akhavan-Sigari, R., Mielke, D., Farhadi, A., & Rohde, V. (2018). Study of Radial Nerve Injury Caused By Gunshot Wounds and Explosive Injuries among Iraqi Soldiers. *Open Access Maced J Med Sci*, 1622-1626.
- Laulan, J. (2018). High radial nerve palsy. *Hand Surg Rehab*.
- Reichert, P., Wnukiewicz, W., Witkowski, J., Bochenska, A., Mizia, S., & Gosk, J. (2016). Causes of secondary nerve palsy and results of treatment. *Med Sci Monit*, 554-562.

- Claessen, F., Peters, R., Verbeek, D., Helfet, D., & Ring, D. (2015). Factors associated with radial nerve palsy after operative treatment of diaphyseal humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 307-311.
- Dominguez-Gasca, L., Magaña, J., Álvarez, M., & Dominguez-Carrillo, L. (2019). Lesión de la rama anterior del nervio interóseos posterior. *Acta Ortop Mex*, 123-126.
- Bercik, M., Kingsbery, J., & Ilyas, A. (2012). Peripheral nerve injuries following gunshot fracture of the humerus. *Orthopedics*, 349-352.
- Vaishya, R., Kandel, I., & Agarwel, A. (2019). Is early exploration of secondary radial nerve injury in patients with humerus shaft fractura justified? *J Orthop Trauma*, 535-540.
- Shah, A., & Jebson, P. (2008). Current treatment of radial nerve palsy following fracture of the humeral shaft. *J Hand Surg Am*, 1433-1434.
- Lowe, J., Sen, S., & Mackinnon, S. (2002). Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg*, 1099-1113.
- Liu, G., Zhang, C., & Wu, H. (2012). Comparison of initial nonoperative and operative management of radial nerve palsy associated with acute humeral shaft fracture. *Orthopedics*, 702-708.
- Bishop, J., & Ring, D. (2016). Management of radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture: A decision analysis model. *J Hand Surg Am*, 991-996.
- Mackinnon, S. (2016). Donor distal, recipient proximal and other personal perspectives on nerve transfers. *Hand Clinic*, 141-151.
- Lowe, J., Tung, T., & Mackinnon, S. (2002). New surgical option for radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg*, 836-843.
- García, A., Navarro, R., Martínez, F., & Rojas, A. (2014). Nerve Transfers From Branches to the Flexor Carpi Radialis and Pronator Teres to Reconstruct the Radial Nerve. *J Hand Surg Am*, 50-56.
- Martínez, F., Sevilla, B., García, J., & García, A. (2017). Técnicas de transferencia nerviosa en lesiones del miembro superior. *Revista Iberoamericana de cirugía de la mano*, 57-67.
- Tordjman, D., D'utruy, A., Bauer, B., Belleme', P., Pierrart, J., & Masmajeau, E. (2021). Tendon transfer surgery for radial nerve palsy. *Hand Surg Rehab*, 15-35.

Cheah, A., Etchenson, J., & Yao, J. (2016). Radial Nerve Tendon Transfers. *Hand Clinic*, 323-338.

Karabeg, R. (2020). New Functional Evaluation Scheme - Modality of the Results of Forearm Tendon Transfers Evaluation in Cases of Irreparable Radial Nerve Injury. *Med Arch*, 119-125.

Shoji, K., Heng, M., Harris, M., Appleton, P., Vrahas, M., & Weaver, M. (2017). Time from injury to surgical fixation of diaphyseal humerus fractures is not associated with an increased risk of iatrogenic radial nerve palsy. *J Orthop Trauma*, 491-496.

Isaacs, J. (2010). Treatment of acute peripheral nerve injuries: current concepts. *J Hand Surg Am*, 491-497.