



Actualización de
manejo de lesiones
agudas del aparato
extensor de los dedos,
la mano y el
antebrazo en adultos.

Dra. Daniela Vitola

2025



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

PPEM

Programa de Posgrado en
Especialidades Médicas

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ACTUALIZACIÓN DE MANEJO DE LESIONES AGUDAS DEL APARATO EXTENSOR DE LOS DEDOS,
LA MANO Y EL ANTEBRAZO EN ADULTOS**

**Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la Comisión del Programa de
Posgrado en Especialidades Médicas para optar por el grado de Especialista en Ortopedia y
Traumatología**

Dra. Daniela Vitola

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2025



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Daniela Vitola Castro, con cédula de identidad 115370009, en mi condición de autor del TFG titulado Actualización de manejo de lesiones agudas del aparato extensor de los dedos, la mano y el antebrazo en adultos

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Daniela Vitola Castro

Número de Carné: B27344 Número de cédula: 115370009

Correo Electrónico: danivitdacastr@gmail.com

Fecha: 5/2/25 Número de teléfono: 83667343

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dra. Lucía Cruz González

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

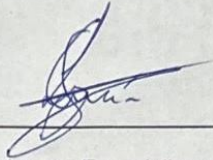
DEDICATORIA

Por y para mis pacientes.

AGRADECIMIENTO

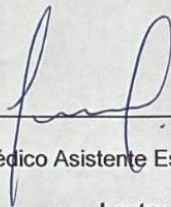
A todas las personas que estuvieron apoyándome durante el proceso: mis padres, mi novio, mi hermano, mis compañeros y colegas por su paciencia, mis profesores y mentores, mis amigos, mis entrenadores.

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia. Traumatología.



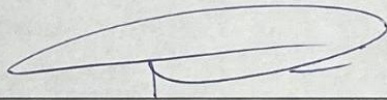
Dra. Lucía Cruz González - Médica Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Tutora



Dr. Juan Diego Díaz Salas - Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Lector



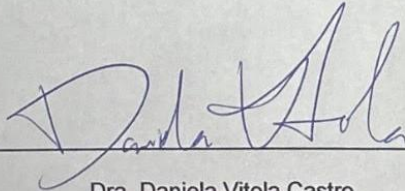
Dr. Jose Pablo Dumani Jarquín - Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Lector



Dr. Esteban Zamora Estrada - Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Coordinador Nacional de Posgrado en Ortopedia y Traumatología



Dra. Daniela Vitola Castro

Sustentante

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| LISTA DE TABLAS | 9 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 10 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 12 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT..... | 14 |
| OBJETIVO GENERAL | 15 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| JUSTIFICACIÓN | 16 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 17 |
| INTRODUCCIÓN | 18 |
| EPIDEMIOLOGÍA | 19 |
| MECANISMOS Y PATRONES DE LESIÓN | 23 |
| FACTORES DE RIESGO | 25 |
| ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA | 26 |
| CLASIFICACIONES DE LAS LESIONES AGUDAS DEL MECANISMO EXTENSOR DEL ANTEBRAZO, LA MANO Y LOS DEDOS EN ADULTOS..... | 36 |
| DISCUSIÓN..... | 43 |
| LESIONES ZONA 1: DEFORMIDAD EN MARTILLO | 43 |
| Clasificación de las lesiones en mazo | 44 |
| Mecanismo de lesión y fisiopatología..... | 46 |
| Presentación Clínica y Diagnóstico | 46 |
| Imágenes y hallazgos médicos..... | 47 |
| Manejo conservador | 49 |
| Manejo quirúrgico | 52 |
| Protocolos de rehabilitación y resultados a largo plazo..... | 55 |
| Resultados a largo plazo..... | 56 |
| LESIONES EN ZONA 2..... | 56 |
| Mecanismos de lesión y fisiopatología | 57 |
| Imágenes y hallazgos médicos..... | 58 |
| Manejo conservador..... | 59 |
| Manejo quirúrgico | 60 |
| Protocolos de Rehabilitación y Recuperación Funcional..... | 64 |

| | |
|--|----|
| Cronología de la recuperación funcional | 66 |
| Pronóstico y resultados clínicos | 66 |
| Comparación de los resultados conservadores frente a los quirúrgicos | 67 |
| LESIONES EN ZONA 3: DEFORMIDAD DE BOUTONNIÈRE | 68 |
| Definición y antecedentes anatómicos | 68 |
| Mecanismos de lesión y fisiopatología | 69 |
| Estadificación de la deformidad de Boutonnière..... | 70 |
| Presentación y examen físico..... | 71 |
| Diagnóstico por imágenes médicas y hallazgos diagnósticos | 72 |
| Manejo conservador..... | 72 |
| Manejo quirúrgico | 74 |
| Resultados del tratamiento quirúrgico | 77 |
| Tratamientos emergentes y direcciones futuras | 78 |
| LESIONES EN ZONA 4..... | 79 |
| Evaluación clínica | 80 |
| Diagnóstico por imágenes | 80 |
| Enfoques de manejo..... | 80 |
| Tratamiento conservador..... | 81 |
| Manejo quirúrgico | 82 |
| Deformidades | 84 |
| Tratamientos y técnicas emergentes..... | 84 |
| Rehabilitación y recuperación funcional | 85 |
| Protocolo de rehabilitación..... | 87 |
| LESIONES EN ZONA 5..... | 88 |
| Clasificación de lesiones de la banda sagital (Rayan y Murray)..... | 88 |
| Zona 5 vs Zonas adyacentes: por qué es importante la clasificación | 88 |
| Manejo conservador versus quirúrgico | 89 |
| Manejo conservador..... | 89 |
| Indicaciones para el manejo quirúrgico..... | 90 |
| Resultados y complicaciones a largo plazo | 91 |
| Resultados del paciente y factores pronósticos..... | 91 |
| Tratamientos y técnicas emergentes..... | 92 |
| Protocolos de rehabilitación y plazos de recuperación funcional | 92 |

| | |
|--|-----|
| Inmovilización inicial | 92 |
| Movilización temprana (0-3 semanas) | 93 |
| Fase intermedia (3-6 semanas) | 93 |
| Fase tardía (6-12 semanas)..... | 94 |
| LESIONES ZONA 6, 7 Y 8 | 94 |
| Mecanismo de la lesión y presentación clínica | 94 |
| Imágenes | 95 |
| Estrategias de gestión | 96 |
| Tratamiento conservador..... | 96 |
| Manejo quirúrgico | 96 |
| Pronóstico a largo plazo | 98 |
| Tratamientos y técnicas emergentes..... | 98 |
| Protocolos de Rehabilitación y Plazos de Recuperación Funcional..... | 98 |
| CONCLUSIÓN | 99 |
| Resultados comparativos del tratamiento quirúrgico frente al tratamiento conservador | 99 |
| Importancia de la intervención temprana y la rehabilitación | 100 |
| Papel de la terapia..... | 101 |
| Tendencias emergentes y direcciones futuras | 101 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 106 |
| FIGURAS | 112 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Zonas de Verdan del mecanismo extensor (I–VIII), patrones de lesión comunes e implicaciones clínicas..... | 38 |
| Tabla 2. Clasificación de lesiones agudas del mecanismo extensor por zonas anatómicas... | 45 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Incidencia general de lesiones traumáticas agudas del tendón en la mano o la muñeca en hombres y mujeres de 2001 a 2010 en los EE. UU..... | 22 |
| Figura 2. Porcentaje de lesiones del mecanismo extensor por tipo de accidente (doméstico, laboral, deportivo, etc.) | 23 |
| Figura 3. Diagrama del aparato extensor en el dorso de la muñeca y mano..... | 26 |
| Figura 4. Corte transversal a nivel de la muñeca con la disposición anatómica de los compartimentos osteofibrosos y sus tendones..... | 27 |
| Figura 5. Disección anatómica de tendones extensores en el dorso de muñeca y mano..... | 27 |
| Figura 6. Disección anatómica de la visión lateral del aparato extensor..... | 28 |
| Figura 7. Representación esquemática del capuchón extensor y sus componentes en un dedo..... | 29 |
| Figura 8. Visión dorsal del mecanismo extensor con énfasis en las bandeletas laterales..... | 29 |
| Figura 9. Mecanismo de lesión en deformidad en martillo: avulsión del tendón extensor en la base de la falange distal..... | 31 |
| Figura 10. Zonas de lesión de los tendones extensores de los dedos trifalángicos y del pulgar según la IFSSH..... | 37 |
| Figura 11. Zonas de lesión de los tendones extensores de los dedos trifalángicos y del pulgar según la clasificación de Verda..... | 37 |
| Figura 12. Deformidad en mazo del dedo meñique..... | 44 |
| Figura 13. Diagrama del mecanismo de deformidad en cuello de cisne secundaria a lesión de mazo..... | 44 |
| Figura 14. Radiografía de un dedo en mazo óseo (fractura por avulsión de la base de la falange distal) | 48 |
| Figura 15. Diferentes diseños de férulas utilizadas en el manejo conservador del dedo en martillo..... | 50 |
| Figura 16. Técnica quirúrgica de tenodermodesis para la corrección de dedo en martillo crónico..... | 50 |
| Figura 17. Reconstrucción quirúrgica aguda del tendón extensor central en deformidad de Boutonnière..... | 53 |
| Figura 18. Radiografía lateral de dedo en martillo óseo (avulsión grande de la base de la falange distal) | 61 |
| Figura 19. Resultado clínico a las 6 semanas post-fijación percutánea en dedo en martillo..... | 62 |
| Figura 20. Representación esquemática del mecanismo extensor normal y cambios por lesión de Zona 3 (deformidad de Boutonnière) | 69 |
| Figura 21. Resultado funcional final tras manejo quirúrgico de deformidad de Boutonnière crónica..... | 87 |
| Figura 22. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona I de Verdan..... | 112 |
| Figura 23. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona II de Verdan..... | 113 |
| Figura 24. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona III de Verdan..... | 114 |

| | |
|---|-----|
| Figura 25. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona IV de Verdán..... | 115 |
| Figura 26. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona V de Verdán..... | 116 |
| Figura 27. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona VI de Verdán..... | 117 |
| Figura 28. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona VII de Verdán..... | 118 |
| Figura 29. Algoritmo de manejo de la lesión del mecanismo extensor en la Zona VIII de Verdán..... | 119 |

LISTA DE ABREVIATURAS

AR: artritis reumatoide

DIP: articulación interfalángica distal

PIP: articulación interfalángica proximal

MCP: articulación metacarpofalángica

°: grados

LPA: abductor largo del pulgar

EPB: extensor corto del pulgar

ECRL: extensor radial largo del carpo

ECRB: extensor radial corto del carpo

EPL: extensor largo del pulgar

EIP: extensor propio del índice

EDC: extensor común de los dedos

EDM: extensor del dedo meñique

ECU: extensor ulnar del carpo

ORL: ligamento retinacular

FDP: flexor profundo de los dedos

TRL: ligamentos retinianos transversos

IFSSH: *International Federation of Societies for Surgery of the Hand*

ALAMBRE K: alambre Kirschner

AP: anteroposterior

WALANT: *Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet*

ICAM: *Immediate Controlled Active Motion*

TAM: movimiento activo total (*Total Active Motion*)

PRP: plasma rico en plaquetas

RIHM: sutura de colchón horizontal entrelazado

IFP: articulación interfalángica próxima

IFD: articulación interfalángica distal

RESUMEN

Este trabajo de tesis tiene como objetivo actualizar el conocimiento sobre el manejo integral de las lesiones agudas del aparato extensor de los dedos, la mano y el antebrazo en adultos. Se enfoca en una revisión exhaustiva que incluye la anatomía y biomecánica del aparato extensor, los mecanismos y factores de riesgo implicados en estas lesiones, así como las diferentes clasificaciones anatómicas, funcionales y por gravedad existentes. Se analiza en profundidad el tratamiento conservador y quirúrgico para cada zona anatómica, destacando protocolos específicos de rehabilitación, técnicas quirúrgicas avanzadas y la aplicación de métodos emergentes como el plasma rico en plaquetas y los andamios biológicos para optimizar la recuperación funcional.

La importancia clínica de esta investigación radica en que las lesiones extensoras, aunque frecuentes, pueden causar secuelas graves como rigidez articular y deformidades permanentes si no son abordadas adecuadamente. A través del análisis crítico de la literatura más reciente y relevante, el estudio proporciona recomendaciones prácticas y actualizadas dirigidas a los especialistas en ortopedia y cirugía de mano. Asimismo, enfatiza la importancia del manejo interdisciplinario y oportuno para mejorar los resultados funcionales de los pacientes afectados, subrayando la necesidad de protocolos de rehabilitación temprana y tratamientos personalizados según la gravedad y localización anatómica de la lesión.

ABSTRACT

This thesis aims to update comprehensive knowledge regarding the management of acute extensor mechanism injuries of the fingers, hand, and forearm in adults. It involves an exhaustive review covering the anatomy and biomechanics of the extensor apparatus, the mechanisms and risk factors associated with these injuries, and the different anatomical, functional, and severity-based classifications available. It thoroughly discusses conservative and surgical treatments for each anatomical zone, emphasizing specific rehabilitation protocols, advanced surgical techniques, and emerging methods such as platelet-rich plasma and biological scaffolds to optimize functional recovery.

The clinical significance of this research lies in the fact that extensor injuries, despite being common, may lead to severe sequelae such as joint stiffness and permanent deformities if not adequately managed. Through a critical analysis of the most recent and relevant literature, the study provides practical, updated recommendations for orthopedic and hand surgery specialists. Additionally, it highlights the importance of interdisciplinary and timely management to improve functional outcomes in affected patients, emphasizing the necessity for early rehabilitation protocols and personalized treatments according to the severity and anatomical location of the injury.

OBJETIVO GENERAL

Actualizar y optimizar el conocimiento sobre el manejo de las lesiones del aparato extensor de los dedos, la mano y el antebrazo, proporcionando un enfoque integral que abarque diagnóstico, tratamiento y rehabilitación basados en las últimas evidencias científicas, con el fin de mejorar los resultados funcionales en los pacientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la anatomía y fisiología del aparato extensor de los dedos de la mano para identificar las estructuras clave implicadas en las lesiones.
2. Revisar y clasificar los tipos de lesiones del aparato extensor, incluyendo los factores de riesgo, mecanismos de lesión y variabilidad en la presentación clínica.
3. Evaluar las técnicas de diagnóstico más efectivas en la detección y caracterización de las lesiones del aparato extensor, considerando métodos clínicos y de imagen actualizados.
4. Comparar los métodos de tratamiento quirúrgico y no quirúrgico, basados en evidencia reciente, para establecer pautas y recomendaciones específicas según el tipo de lesión.
5. Desarrollar un protocolo actualizado de rehabilitación que favorezca la recuperación funcional de los dedos y disminuya la posibilidad de complicaciones o secuelas.
6. Identificar las posibles complicaciones asociadas con el manejo de las lesiones del aparato extensor y proponer estrategias de prevención y tratamiento.
7. Generar recomendaciones prácticas para los profesionales de la salud basadas en los hallazgos de la investigación, promoviendo un abordaje interdisciplinario y una atención de calidad en el manejo de estas lesiones.

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se realiza debido a que se debe de discutir la patología aguda del mecanismo extensor de los dedos, la mano y el antebrazo en los adultos, su fisiopatología, clasificación, etiología, síntomas y enumerar las complicaciones potenciales y las estrategias de manejo apropiadas según la evolución de la salud mundial para esta patología, la cual es bastante desconocida.

Las lesiones del mecanismo extensor de la mano y el antebrazo pueden ir desde la punta del dedo (zona I, articulación interfalángica distal) hasta el antebrazo (zona VIII) y, a menudo, resultan en la incapacidad de extender completamente la articulación afectada. Las lesiones del tendón extensor son comunes en los adultos en edad laboral (especialmente en los hombres jóvenes) y tienen un impacto funcional y económico significativo. Estas lesiones comprenden alrededor del 17% de los traumatismos de los tejidos blandos de la mano, siendo el dedo índice, dedo medio y el pulgar los más afectados (Beutel, 2024). El manejo adecuado es crucial, ya que las lesiones en el mecanismo extensor no mejorarán espontáneamente y un tratamiento deficiente puede provocar rigidez crónica o deformidades secundarias como cuello de cisne y posturas fijas de Boutonnière (Khera, 2021). En los últimos años, los avances en la clasificación, la técnica quirúrgica y la rehabilitación (incluidos los protocolos de movimiento temprano y los nuevos diseños de férulas) han mejorado notablemente los resultados de las lesiones agudas del mecanismo extensor. Además, una mejor comprensión de la biomecánica del tendón extensor ha estimulado la innovación en las técnicas de inmovilización y rehabilitación, cambiando fundamentalmente el enfoque del manejo tradicional (Ayhan, 2024).

En cuanto a la rehabilitación postoperatoria, esta es vital para un resultado exitoso, con el objetivo de prevenir la ruptura del tendón y minimizar las adherencias. Existen tres protocolos principales de rehabilitación: inmovilización, movimiento pasivo temprano y movimiento activo temprano. Históricamente, la inmovilización estricta (férula estática) del dedo lesionado durante 4 a 6 semanas era estándar. Si bien es simple y apropiada para pacientes que no cumplen con las normas, la inmovilización prolongada a menudo conduce a la formación de adherencias y rigidez articular: los estudios informan que solo alrededor del 64% de los pacientes tratados con férulas estáticas logran resultados de buenos a excelentes, y muchos experimentan una pérdida significativa de flexión. Para evitar estos problemas, la gestión moderna favorece los protocolos de movilización. La férula dinámica (movimiento pasivo temprano mediante tracción elástica) y el movimiento activo temprano muestran un rango de movimiento mejorado y menos contracturas de flexión en comparación con el tratamiento estático (Merritt, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de esta tesis, se empleó una metodología basada en una revisión narrativa de la literatura existente. Este enfoque se seleccionó debido a su capacidad para explorar, describir y analizar en profundidad información cualitativa disponible en diversos documentos, permitiendo una comprensión integral y crítica del tema estudiado.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura en bases de datos académicas y científicas relevantes tales como PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, Cochrane, y Scielo. Con el fin de obtener las referencias bibliográficas, optimizar los resultados obtenidos y asegurar la relevancia del material recopilado, se utilizaron términos clave específicos como “Anatomía del mecanismo extensor de los dedos”, “Clasificación de Verdan”, “Epidemiología sobre las lesiones del mecanismo extensor de la mano en Costa Rica y América Latina”, “Deformidad de Mallet”, “Deformidad de Boutonniere”, “Deformidad de cuello de cisne”. Los términos clave incluyeron conceptos relacionados directamente con el tema central de la tesis.

La selección inicial contempló libros de texto, artículos de revisión, revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos controlados aleatorizados, guías de manejo, ensayos clínicos y reportes de caso, publicados en español e inglés, sin restricción temporal específica para abarcar una visión amplia y retrospectiva del tema y citar artículos originales. Los criterios de inclusión fueron documentos completos (artículos originales, revisiones, capítulos de libros, informes técnicos) directamente relacionados con el objetivo de estudio. Se excluyeron documentos duplicados, aquellos con datos incompletos o información no verificable y documentos no revisados por pares.

Los documentos recopilados fueron analizados mediante una lectura crítica y exhaustiva para identificar las ideas clave, enfoques predominantes y vacíos en el conocimiento existente. Posteriormente, se procedió a sintetizar y organizar la información en categorías temáticas relevantes que permitieron estructurar adecuadamente los resultados y facilitar la discusión crítica del contenido.

Se respetaron estrictamente las normas éticas de investigación en la revisión de literatura, asegurando la adecuada citación de las fuentes originales, utilizando las normas más recientes de la Asociación Americana de Psicología (APA), en su séptima edición y evitando cualquier forma de plagio. Todas las referencias bibliográficas utilizadas fueron debidamente citadas siguiendo el formato requerido por las normativas institucionales correspondientes.

Este proceso metodológico permitió desarrollar un análisis integral del tema abordado, proporcionando un contexto amplio y crítico para fundamentar adecuadamente las conclusiones del estudio.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones de los tendones extensores a nivel de la muñeca, mano y dedos son frecuentes debido a su localización superficial y exposición a agentes traumáticos. Se pueden producir lesiones por pequeñas heridas cutáneas o por grandes traumatismos complejos con pérdida de partes blandas y fracturas asociadas. Las rupturas tendinosas subcutáneas suelen pasar desapercibidas inicialmente, sin embargo, pueden llegar a generar una afectación funcional crónica. Es esencial un conocimiento anatómico-fisiológico amplio para poder diagnosticar de una manera precisa esas lesiones, así como su repercusión funcional inmediata y tardía. Hay que conocer los mecanismos patogénicos de las deformidades digitales para poder comprender cómo se instauran, su diagnóstico y tratamiento.

Las lesiones agudas del mecanismo extensor del antebrazo, la mano y los dedos, pueden provocar un deterioro significativo de la función de la mano si no se manejan adecuadamente. Estas lesiones van desde avulsiones terminales del tendón en la punta del dedo (Zona I, dedo en martillo clásico) hasta rupturas de la bandeleta central en la articulación interfalángica proximal (Zona III, que produce una deformidad de Boutonnière), así como laceraciones o rupturas más proximales que se extienden a través de las zonas IV-VII de la mano y la muñeca (Lin, 2014).

Dada su frecuencia y la importancia de la motricidad fina del mecanismo extensor, estas lesiones tienen un peso clínico sustancial. El tratamiento eficaz de las lesiones del mecanismo extensor es fundamental para restaurar la función de la mano y prevenir deformidades crónicas. Sin el tratamiento adecuado, una ruptura del tendón extensor puede provocar un retraso persistente del extensor y cambios secundarios en la articulación: por ejemplo, una lesión en mazo no tratada puede progresar a una deformidad en cuello de cisne con hiperextensión de la articulación PIP debido al desequilibrio de las bandeletas laterales. Del mismo modo, un desgarro de la bandeleta central no detectado puede dar lugar a una contractura en flexión de la PIP. Por lo tanto, el reconocimiento y la intervención tempranos son primordiales. El equilibrio entre lograr la cicatrización del tendón y evitar la rigidez define los protocolos modernos de rehabilitación (Khera, 2021).

En resumen, las lesiones agudas del mecanismo extensor en adultos son un espectro de alteraciones tendinosas que, a pesar de ser comunes, requieren un manejo específico para garantizar una función óptima de la mano. Es esencial tener una comprensión firme de la anatomía y la biomecánica de los extensores, la clasificación de las lesiones (por zonas y tipo de lesión específica) y los últimos tratamientos basados en la evidencia. Los avances recientes, desde técnicas de férulas y protocolos de rehabilitación temprana del movimiento hasta métodos y materiales quirúrgicos mejorados, han actualizado

significativamente el estándar de atención para estas lesiones. Un enfoque actualizado que integre estos desarrollos puede mejorar los resultados, permitiendo a los pacientes recuperar la extensión y la destreza con menos complicaciones. En las siguientes secciones de esta tesis se profundizará en la biomecánica y anatomía detallada del mecanismo extensor, se discutirán los diversos sistemas de clasificación (por ejemplo, el de Doyle y los esquemas zonales), la epidemiología de estas lesiones, y se revisarán críticamente las estrategias de manejo actuales (no quirúrgicas y quirúrgicas), incluidos los protocolos de rehabilitación postoperatoria. Al sintetizar la investigación actual y las guías clínicas, esta introducción establece las bases para una actualización basada en la evidencia sobre el manejo de las lesiones agudas del mecanismo extensor del antebrazo, la mano y los dedos en adultos.

EPIDEMIOLOGÍA

Las lesiones agudas del mecanismo extensor del antebrazo, la mano y los dedos se refieren a interrupciones traumáticas de los tendones extensores y las estructuras asociadas que permiten la extensión de los dedos y la muñeca. Desde el punto de vista epidemiológico, estas lesiones son comunes en todo el mundo y contribuyen significativamente a los casos de traumatismos de manos vistos en los servicios de urgencias, y a menudo conducen a un deterioro funcional (Beutel, 2024). En este contexto, la epidemiología abarca la incidencia, prevalencia y distribución de las lesiones del mecanismo extensor, así como los factores de riesgo en diferentes poblaciones. Los factores demográficos clave incluyen la edad, el sexo, la ocupación y la región geográfica. Por lo general, los hombres adultos jóvenes en sus años de trabajo son los más afectados. Los hombres tienen una mayor incidencia de lesiones que las mujeres, con un pico de ocurrencia en la tercera a cuarta décadas de la vida. Esto refleja las exposiciones a riesgos tanto laborales como recreativos; por ejemplo, los trabajadores manuales y los comerciantes tienen un mayor riesgo debido al uso de herramientas y maquinaria, mientras que los atletas (especialmente en los deportes de pelotas) con frecuencia sufren lesiones del tendón extensor. Los grupos ocupacionales en riesgo van desde trabajadores industriales y de la construcción hasta chefs y carniceros, e incluso los músicos pueden sufrir lesiones agudas de tendones o rupturas por uso excesivo o accidentes. Los mecanismos de lesión varían ampliamente: las laceraciones por objetos afilados (cuchillos, vidrio, metal) son una causa principal en muchos entornos, junto con lesiones por aplastamiento, lesiones por avulsión (desgarros de tendones relacionados con el deporte) y heridas ocasionadas por mordeduras (de Jong, 2014).

Las tendencias epidemiológicas mundiales muestran que las lesiones del mecanismo extensor ocurren en todas las regiones, pero los patrones difieren entre las regiones de altos ingresos económicos y

las de bajos y medianos ingresos económicos. En los países de altos ingresos, las lesiones a menudo son el resultado de accidentes industriales o deportes y tienden a mostrar una incidencia gradualmente decreciente con el tiempo (Crowe, 2020).

En contraste, América Latina y otras regiones de ingresos medios enfrentan una carga traumática desproporcionadamente alta, con contribuyentes únicos, como los accidentes de tránsito y las lesiones relacionadas con machetes (Castro, 2023) (Johnson, 2021).

En las siguientes secciones se resumen la incidencia, la distribución y los patrones causales de las lesiones agudas del mecanismo extensor, destacando los datos globales y las perspectivas específicas de Costa Rica y América Latina.

Incidencia y prevalencia

Con respecto a la incidencia, estas lesiones tienen una incidencia notable a nivel mundial. En los Estados Unidos, las laceraciones del tendón extensor comprenden aproximadamente el 17% de todas las lesiones ortopédicas de tejidos blandos, con una incidencia anual de alrededor de 17,9 por cada 100.000 personas (Beutel, 2024). Un estudio poblacional en el Medio Oeste de los Estados Unidos (2001-2010) informó una incidencia combinada de 33,2 lesiones por cada 100.000 personas por año, para lesiones agudas de los tendones de la mano y la muñeca (extensores y flexores; siendo las lesiones del mecanismo extensor más frecuentes que las lesiones del tendón flexor en esa cohorte (de Jong, 2014).

Los datos europeos también subrayan su alta frecuencia: se ha informado de que las lesiones del tendón extensor representan hasta el 30% de todas las visitas al servicio de urgencias por traumatismos de la mano (Beutel, 2024).

En cuanto a la prevalencia, al tratarse de lesiones agudas, ésta en la población general es baja, sin embargo, puede considerarse en grupos específicos o como proporción de lesiones en las manos. Por ejemplo, las lesiones extensoras constituyen un subconjunto significativo de todos los casos de traumatismos de manos en todo el mundo, lo que refleja su prevalencia entre las presentaciones de traumatismos (Beutel, 2024).

La ocurrencia de lesiones del mecanismo extensor muestra cierta variabilidad geográfica. Las regiones de altos ingresos con estrictas regulaciones de seguridad en el lugar de trabajo y atención médica avanzada han visto disminuciones graduales en las tasas de lesiones de los tendones de la mano a lo largo del tiempo. De 1990 a 2017, la incidencia general de traumatismos de mano y muñeca disminuyó modestamente en todo el mundo, con reducciones particularmente sustanciales observadas en América del Norte. Esta tendencia se atribuye a una mejor prevención de lesiones (por ejemplo, protectores de

maquinaria, equipos de protección en los deportes) y a una mejor atención de traumatismos. En contraste, algunas áreas de América Latina han experimentado tasas crecientes o persistentemente altas de lesiones en las manos. Los países de ingresos medianos a menudo se enfrentan a una creciente industrialización y densidad de tráfico sin una infraestructura de seguridad acorde, lo que mantiene una alta incidencia de lesiones agudas en las manos, incluidas laceraciones de tendones (Crowe, 2020). Los datos específicos de Costa Rica son limitados, pero la evidencia disponible sugiere un aumento significativo. Una encuesta de 2022 de cirujanos de mano en Costa Rica identificó las lesiones de tendones como una de las tres lesiones de extremidades superiores más frecuentes encontradas (en promedio 11 casos por cirujano por mes). Esto indica una incidencia comparable o mayor en la práctica clínica en relación con los países de ingresos altos, aunque las cifras sólidas de incidencia a nivel poblacional para Costa Rica o la región latinoamericana en general siguen siendo escasas. Las tendencias históricas en América Latina no están bien documentadas en la literatura debido a la escasez de investigaciones, pero las altas tasas de trauma relacionados con accidentes de tránsito y lesiones ocupacionales sugieren que la incidencia de lesiones del tendón extensor no ha disminuido significativamente e incluso puede estar en aumento (Castro, 2023). En resumen, si bien la incidencia mundial es de decenas de casos por cada 100.000 al año, las tasas locales pueden variar y las lesiones del mecanismo extensor siguen representando un problema importante de salud pública en todo el mundo.

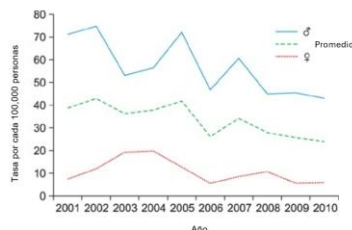
En cuanto al desglose demográfico, con respecto a la edad, las lesiones agudas del mecanismo extensor afectan predominantemente a los adultos de grupos de edad más jóvenes. La mayor incidencia se observa a menudo en el rango de edad de 20 a 40 años. Estas edades coinciden con los años de mayor actividad laboral y la participación en actividades de alto riesgo (trabajos manuales, deportes), lo que explica la mayor exposición. Incluso las lesiones de los dedos en martillo son más frecuentes en adultos de mediana edad, con una incidencia estimada de alrededor de 10 por 100.000 por año. Las personas de edad avanzada se ven comparativamente menos afectadas por el traumatismo agudo del tendón extensor, aunque pueden sufrir rupturas del tendón por desgaste o caídas que causan tales lesiones. Además, los pacientes mayores con comorbilidades (por ejemplo, artritis reumatoide) pueden experimentar rupturas agudas o crónicas del tendón extensor, pero se trata de un subconjunto más pequeño de los casos generales (de Jong, 2014).

Con respecto al sexo, existe un claro predominio masculino. A través de múltiples estudios y regiones, los hombres constituyen la mayoría de los pacientes, a menudo de 2 a 5 veces más comunes que las mujeres (Beutel, 2024). En una serie de casos hondureños de lesiones manuales relacionadas con

machetes, el 93% de los pacientes eran hombres, lo que refleja una mayor participación masculina en actividades de alto riesgo y violencia (Johnson, 2021).

Figura 1.

Incidencia general de lesiones traumáticas agudas del tendón en la mano o la muñeca en hombres y mujeres de 2001 a 2010 en los EE. UU.



Nota: (de Jong, 2014)

En contextos menos extremos, como las laceraciones generales del tendón en los EE. UU., los hombres aún tenían tasas de lesiones significativamente más altas que las mujeres. La sobrerrepresentación de los hombres se atribuye a una mayor participación en trabajos manuales, deportes de contacto y comportamientos potencialmente riesgosos, mientras que las mujeres, en promedio, tienen una menor exposición ocupacional a maquinaria pesada o altercados violentos (de Jong, 2014).

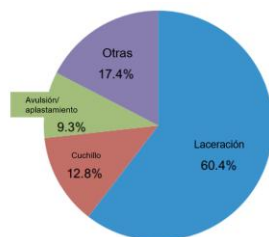
Los factores ocupacionales juegan un papel destacado en la epidemiología de las lesiones extensoras. Una cohorte encontró que alrededor del 25% de las lesiones agudas del tendón de la mano eran ocupacionales, con mayor frecuencia en trabajos de construcción (44%), seguidos por la preparación de alimentos (14%) y los trabajos de transporte/movimiento de materiales (12%). Las ocupaciones que involucran herramientas de corte y maquinaria tienen un alto riesgo de laceraciones del tendón extensor debido a cuchillos, sierras y láminas de metal. Los trabajadores industriales y agrícolas en América Latina enfrentan riesgos similares. De hecho, la agricultura fue el empleo principal de casi la mitad de los pacientes en dicho estudio hondureño sobre lesiones por machete. Los atletas forman otro grupo importante; deportes como el béisbol, el baloncesto y el rugby suelen producir lesiones que conducen a un dedo en martillo o rupturas de la bandeleta central en la articulación PIP (lesión de Boutonnière). Ocasionalmente se observa a los músicos, aunque no son un grupo de alto riesgo de traumatismo agudo, sufriendo lesiones del mecanismo extensor debido a accidentes como una laceración de dedos por una cuerda. La mano dominante se lesiona con mayor frecuencia, probablemente porque se usa instintivamente en movimientos defensivos y está más expuesta durante las tareas laborales (de Jong, 2014).

MECANISMOS Y PATRONES DE LESIÓN

Las lesiones agudas del mecanismo extensor pueden surgir de varios mecanismos traumáticos, que muestran patrones distintos en diferentes entornos. Las causas principales incluyen laceraciones agudas, lesiones por aplastamiento, lesiones por desgaste y por mordeduras.

Figura 2.

Distribución de mecanismos de lesión de tendones extensores.



Nota: (Patillo, 2012)

Las laceraciones agudas son el mecanismo más común a nivel mundial. Debido a que los tendones extensores se encuentran justo debajo de la piel en el dorso de la mano y la muñeca, están más expuestos. Una revisión sistemática encontró que los cuchillos representaron la mayor causa de estas lesiones, seguidos por el vidrio y luego las sierras eléctricas. En conjunto, los implementos afilados fueron responsables de la mayoría de las laceraciones del tendón extensor en esa serie. En entornos industriales, la maquinaria afilada y los bordes de las láminas de metal causan muchas de estas lesiones (Beutel, 2024).

Los traumatismos de alto impacto, como los aplastamientos de maquinaria o la caída de objetos pesados en la mano, pueden desgarrar o generar una avulsión de los tendones extensores; y con frecuencia coinciden con fracturas. También forman parte las lesiones por avulsión relacionadas con el deporte, por ejemplo, una pelota que golpea la punta del dedo generando una avulsión en el tendón extensor terminal y provocando el dedo en martillo.

Si bien no es un traumatismo agudo clásico, el uso excesivo crónico o las afecciones subyacentes pueden precipitar una falla aguda del tendón extensor. Por ejemplo, en pacientes con artritis reumatoide, la degeneración prolongada del tendón puede provocar rupturas repentinas de los extensores, como, por ejemplo, el síndrome de Vaughan-Jackson, una ruptura secuencial de los tendones extensores de la muñeca. De manera similar, las fracturas asociadas a mal-unión, como una fractura de radio distal evolucionada, pueden desgarrar por desgaste un tendón extensor. Estos casos difuminan la línea entre lo

crónico y lo agudo, pero se presentan como una pérdida aguda de la función extensora y forman parte del espectro epidemiológico de las lesiones del mecanismo extensor (Beutel, 2024).

Las mordeduras humanas o animales sobre el dorso de la mano, aunque son relativamente raras, pueden lacerar los tendones extensores y conllevar un alto riesgo de infección. Las lesiones por "mordedura de lucha", una laceración sobre el nudillo por golpear los dientes de alguien, clásicamente pueden lesionar un tendón extensor sobre la articulación metacarpofalángica. Otras causas inusuales reportadas incluyen lesiones por "degloving" (avulsión de la piel) y traumatismos complejos como lesiones de guerra o lesiones por explosiones, pero constituyen una pequeña fracción de los casos (Beutel, 2024).

Con respecto a los patrones que siguen los mecanismos de lesión antes mencionados, en los países de ingresos económicos altos, por ejemplo, América del Norte y Europa Occidental, predominan los accidentes laborales y las lesiones domésticas. Sin embargo, las amplias medidas preventivas en las industrias han reducido algunas causas. Por ejemplo, la mejora en la seguridad de las sierras y los protectores de la maquinaria han ayudado a reducir la incidencia de laceraciones de manos en el lugar de trabajo, correlacionándose con la tendencia a la baja observada en la incidencia en estos países (Crowe, 2020). Por otro lado, en regiones de ingresos medios y bajos, como América Latina, ciertos mecanismos de trauma son desproporcionadamente comunes. Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de lesiones graves en las extremidades superiores en Costa Rica. Los accidentes de motocicletas y automóviles con frecuencia resultan en lesiones complejas: fracturas abiertas con laceraciones en los tendones o lesiones por "degloving". En las comunidades rurales y agrícolas, las lesiones con machete representan un mecanismo distintivo, tanto accidental (trabajo agrícola) como intencional (agresión). Estas lesiones compuestas graves (tendón, hueso, nervio) son menos comunes en los entornos de altos ingresos. Además, la supervisión limitada de la seguridad ocupacional en algunas industrias (por ejemplo, minería, agricultura) significa que los trabajadores pueden sufrir tasas más altas de lesiones por aplastamiento y laceración en la mano. Otro contraste es en la atención posterior a la lesión; en entornos de bajos recursos, una mayor fracción de pacientes puede no recibir tratamiento quirúrgico o terapia oportuna, lo que contribuye a la subestimación de la incidencia, ya que incluso algunos no informan sobre las lesiones, y genera una peor evolución éstas. A pesar de estas diferencias, cabe destacar que mecanismos como las laceraciones afiladas, son comunes en todas las regiones: ya sea desde un cuchillo de cocina en una casa de altos ingresos o un machete en una aldea rural, el patrón fundamental de la laceración del tendón extensor es similar (Castro, 2023).

En resumen, las lesiones agudas del mecanismo extensor del antebrazo, la mano y los dedos son una categoría epidemiológicamente significativa de trauma en adultos. Su incidencia a nivel mundial es de decenas de casos por cada 100.000 personas al año, y las lesiones del tendón extensor superan en número a las lesiones de los flexores en la mayoría de los estudios. Los hombres jóvenes en ocupaciones manuales corren el mayor riesgo, aunque cualquiera puede sufrir estas lesiones a través de accidentes o deportes. Las tendencias regionales indican que, si bien los países de ingresos económicos altos pueden estar frenando estas lesiones a través de medidas de seguridad, mostrando ligeros descensos en la incidencia, muchos países de ingresos económicos medios, incluidos Costa Rica y sus vecinos, continúan enfrentando una carga sustancial y posiblemente creciente de lesiones del mecanismo extensor de la mano y el antebrazo debido a traumatismos de alta energía y riesgos ocupacionales prevalentes. Comprender la epidemiología: quién sufre estas lesiones, cómo y dónde, es crucial para diseñar estrategias de prevención, como la educación sobre la seguridad de las manos y el equipo de protección, y asignar recursos médicos (servicios de cirugía y rehabilitación de la mano) para manejar las lesiones del mecanismo extensor de manera efectiva. Los datos subrayan la necesidad de continuar con la investigación y la vigilancia, especialmente en las regiones poco estudiadas, para reducir el impacto de estas lesiones incapacitantes pero prevenibles.

FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo para las lesiones del mecanismo extensor se pueden clasificar en intrínsecos (relacionados con el paciente) y extrínsecos (relacionados con el medio ambiente o la actividad). Los factores intrínsecos incluyen predisposiciones anatómicas, trastornos genéticos o del tejido conectivo y comorbilidades (por ejemplo, artritis reumatoide o AR) que debilitan los tendones; mientras que los factores extrínsecos abarcan fuerzas externas como riesgos laborales, lesiones deportivas y mecanismos traumáticos.

En el contexto de la prevención, es crucial distinguir los factores de riesgo modificables de los no modificables. Los factores de riesgo modificables son aquellos que pueden reducirse o controlarse mediante intervenciones como lo son las medidas de seguridad en el lugar de trabajo, prácticas de protección y prevención, y brindar un manejo médico oportuno.

Por el contrario, los factores de riesgo no modificables son inherentes al individuo y no se pueden cambiar: la edad, el sexo, los factores genéticos y anatómicos y las condiciones preexistentes como las comorbilidades de cada paciente.

Centrarse en los factores modificables ofrece la mayor oportunidad para prevenir las lesiones del mecanismo extensor. En resumen, si bien los factores no modificables (como la edad o la vulnerabilidad anatómica) establecen el riesgo basal, el manejo proactivo de los factores modificables, a través de intervenciones de seguridad y mantenimiento de la salud, es clave para reducir la aparición de lesiones agudas del mecanismo extensor en adultos (Davasaksan, 2012).

ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

El mecanismo extensor de la mano y los dedos se refiere a la compleja red de tendones, aponeurosis y estructuras ligamentosas en la cara dorsal de la mano que permite la extensión de los dedos. Abarca tanto los tendones extensores extrínsecos (de los músculos del antebrazo) como la musculatura intrínseca (lumbricales e interóseos) junto con expansiones especializadas del tejido conectivo. A continuación, se explorará la anatomía detallada de cada componente del mecanismo extensor, como se observa en la figura 3, y se examinará cómo estas estructuras funcionan juntas biomecánicamente para producir una extensión coordinada de los dedos. Se destacarán los principios biomecánicos clave, como la interacción entre las fuerzas extensoras extrínsecas e intrínsecas y el papel de los ligamentos retinianos.

Figura 3.

Diagrama del aparato extensor en el dorso de la muñeca y mano.



Nota: (Bellemère P., 2015)

Componentes anatómicos

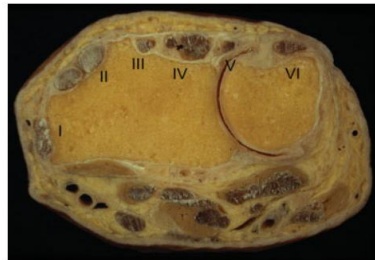
El mecanismo extensor está compuesto por múltiples estructuras interconectadas que se extienden desde el antebrazo hasta las yemas de los dedos. Proximalmente, el retináculo extensor es un ligamento transversal fuerte en la muñeca que mantiene los tendones extensores en su lugar. Evita el encordado del tendón al mantener los tendones alineados cerca de los huesos durante el movimiento de la muñeca. El retináculo extensor está orientado oblicuamente y se une radialmente al radio distal (cerca de la apófisis estiloides) y cubitalmente al hueso piramidal y al hueso pisiforme, con varios tabiques fibrosos que lo dividen en seis compartimentos extensores distintos. Estos compartimentos dorsales, numerados del I al VI desde

el lado radial hasta el cubital, sirven como túneles fibro-óseos para los tendones extensores. Cada compartimento contiene tendones específicos, como se observa en la figura 4 y figura 5:

- Compartimento I: Abductor largo del pulgar (LPA) y extensor corto del pulgar (EPB); ambos extensores del pulgar.
- Compartimento II: Extensor radial largo del carpo (ECRL) y extensor radial corto del carpo (ECRB); ambos son extensores de la muñeca.
- Compartimento III: Extensor largo del pulgar (EPL): el tendón primario que extiende la articulación IP del pulgar (su trayectoria es desviada por el tubérculo de Lister del radio).
- Compartimento IV: Extensor común de los dedos (EDC) y extensor indicis proprius (EIP): el EDC se extiende a los dígitos 2-5; EIP es un tendón adicional para el dedo índice.
- Compartimento V: Extensor del dedo meñique (EDM).
- Compartimento VI: Extensor cubital del carpo (ECU): tendón que extiende y desvía cubital la muñeca.

Figura 4.

Corte transversal a nivel de la muñeca con la disposición anatómica de los compartimentos osteofibrosos y sus tendones.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Figura 5.

Dissección anatómica de tendones extensores en dorso de muñeca y mano.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Profundamente hasta el retináculo, los tendones están encerrados en vainas sinoviales que facilitan un deslizamiento. Las fibras distales del retináculo extensor son especialmente importantes para prevenir la subluxación del tendón hacia dorsal y mantener una tensión de extensión efectiva, ya que la escisión del retináculo conduce a un retraso en la extensión debido al encordado de los tendones, provocando un efecto de arco (Brody, 2015).

Distal a la muñeca, los tendones extensores extrínsecos se abren en abanico sobre el dorso de la mano, como se observa en la figura 6. El extensor común de los dedos generalmente involucra los dedos: índice, medio, anular, y meñique. El dedo índice suele tener un extensor independiente (EIP) que une el tendón EDC con el índice. Estos tendones están interconectados en la mano por enlaces fibrosos llamados juntas tendinosas, también conocidos como conexiones intertendinosas.

A nivel de las articulaciones MCP, cada tendón EDC se fusiona con una expansión fibrosa especializada llamada capuchón extensor, expansión extensora o aparato extensor del dedo. El capuchón extensor es una aponeurosis ancha y triangular que envuelve el dorso y los lados de la región de la articulación MCP, anclando el tendón extensor a la falange proximal y conectándolo con los músculos intrínsecos de la mano. La parte proximal del capuchón extensor incluye las bandas sagitales, que son fibras transversales fuertes a ambos lados de la articulación MCP. Las bandas sagitales se unen a la placa volar (el ligamento fibrocartilaginoso grueso en el lado palmar de la MCP) y dorsalmente al tendón extensor, formando un cabestrillo alrededor de la cabeza del metacarpiano. Su función principal es centralizar y estabilizar el tendón extensor sobre la articulación MCP, evitando que se desvíe del centro y asegurando que la tensión en el EDC realmente extienda el dedo en la MCP. Las bandas sagitales son los principales estabilizadores laterales de los tendones extensores a nivel de la articulación MCP. También ayudan a iniciar la extensión de la MCP: a medida que el EDC comienza a tirar, la banda sagital que este alrededor de la base de la falange proximal ayuda a levantar la MCP de la flexión a la extensión. Por lo general, hay bandas radiales y sagitales cubitales para cada MCP. Desde el punto de vista anatómico, la banda sagital radial suele ser más delgada, lo que es clínicamente relevante ya que la banda radial es más propensa a las lesiones, especialmente en el dedo medio (Grandizio, 2017). En las figuras 6, 7, y 8 a continuación se muestra la anatomía descrita en esta sección.

Figura 6.

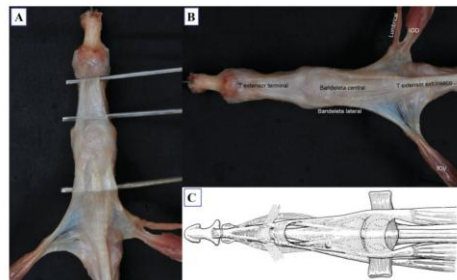
Disección anatómica de la visión lateral del aparato extensor.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Figura 7.

Visión dorsal del aparato extensor con sus diferentes componentes.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Figura 8.

Visión lateral del aparato extensor. La guía roja destaca la banda sagital, y las azules el ligamento retinacular transverso y oblicuo de Landsmeer.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Distal a la articulación MCP, el capuchón extensor continúa a lo largo de la falange proximal. El tendón EDC, ahora aplanado por el capuchón extensor, se divide en tres bandas distintas sobre la falange proximal: un deslizamiento central (bandeleta central) que corre dorsalmente y se inserta en la base de la falange media y dos bandeletas laterales, que divergen a ambos lados del dedo, recorriendo alrededor de la articulación PIP y reuniéndose distalmente. Las bandeletas laterales convergen en el dorso de la falange distal para formar el tendón terminal, que se inserta en la base de la falange distal. La bandeleta central es la continuación directa de la parte media del tendón EDC y está formado únicamente por las fibras

extensoras extrínsecas (Park, 2020). Al insertarse en la falange media, es el principal responsable de extender la articulación interfalángica proximal (PIP) contra la resistencia (especialmente cuando la función intrínseca está ausente) (Sammur, 2022).

Las bandeletas laterales son más complejas en su composición: distales a la MCP, las bandeletas laterales incluyen contribuciones de los músculos intrínsecos de la mano. Los músculos lumbricales y los músculos interóseos dorsal y palmar se insertan en el capuchón extensor y las bandas laterales, mezclándose con las bandeletas laterales del EDC. Específicamente, los cuatro músculos lumbricales se originan en los tendones flexores profundos de los dedos (FDP) en la palma de la mano y pasan dorsal y radialmente alrededor del lado lateral de cada dedo para insertarse en la bandeleta lateral radial de la expansión extensora, cerca del nivel de la falange proximal (Sammur, 2022).

Los interóseos (tanto dorsales como palmares) también envían inserciones en el capuchón extensor a ambos lados del dedo (cada músculo interóseo suele tener una inserción doble: una porción en la base de la falange proximal y otra en la expansión del extensor). Así, el sistema extensor intrínseco (lumbricales e interóseos) se fusiona con los tendones extrínsecos en el tercio proximal de la falange proximal, formando las bandas laterales compuestas (Park, 2020).

Varios ligamentos fibrosos de soporte están asociados con las bandeletas laterales alrededor de la articulación PIP. Los ligamentos retinianos transversos (TRL) son bandas fibrosas que van desde los bordes de la vaina del tendón flexor (a nivel de la articulación PIP) hasta las bandas laterales. Se unen volarmente (anteriores al eje de la PIP) y funcionan para mantener las bandeletas laterales bajo control, evitando que se desplacen excesivamente durante la extensión de la PIP. En la flexión de la articulación PIP, el TRL ayuda a guiar las bandas laterales de forma circular; en extensión, los estabiliza en la línea media, manteniendo así la alineación adecuada para una extensión de la articulación DIP efectiva (Balakrishnan, 2019).

Dorsalmente, sobre la falange media, las dos bandeletas laterales están interconectadas por el ligamento triangular (una membrana fibrosa delgada de forma triangular). El ligamento triangular atraviesa el espacio entre las bandeletas laterales en el dorso de la falange media, evitando que diverjan demasiado y ayudando a mantenerlas unificadas a medida que forman el tendón terminal. También resiste la excesiva migración volar de las bandeletas laterales; si el ligamento triangular se lesiona (como en una lesión de Boutonnière), las bandeletas laterales pueden deslizarse hacia la palma de la mano (volar) en la articulación PIP (Park, 2020).

Otra estructura crítica es el ligamento oblicuo retiniano (ORL), también conocido como ligamento de Landsmeer. El ORL es una fibra delgada y orientada oblicuamente que une la vaina flexora con el mecanismo extensor. Descrito clásicamente por Landsmeer, el ORL se origina en la vaina fibrosa del flexor, proximal a la PIP, a menudo alrededor de la región de la polea A2, y corre oblicuamente a través de la articulación PIP, volar al eje de rotación de PIP, para insertarse en la banda lateral o tendón extensor terminal dorsalmente en la falange distal, como se observa en la figura 9. En esencia, conecta el aspecto volar de la falange proximal con la falange distal dorsal. También hay un componente denominado banda oblicua lateral en algunos textos, que es esencialmente lo mismo que el ORL. La función del ORL es coordinar los movimientos de las articulaciones PIP y DIP. Actúa como una rienda de control dinámica: cuando la articulación PIP se extiende, el ORL se tensa y ayuda a extender la articulación DIP; por el contrario, cuando el PIP se flexiona, el ORL se relaja y permite que la DIP se flexione. Esta función de sincronización asegura una extensión suave y acoplada de las dos articulaciones distales del dedo (Balakrishnan, 2019).

Figura 9.

Disección anatómica de los Ligamentos de Landsmeer en un dedo índice izquierdo.



Nota: (Balakrishnan, 2019)

Estudios anatómicos recientes han afirmado que el ORL está constantemente presente en todos los dedos (contrariamente a informes anteriores de que podría estar ausente en algunos individuos) y a menudo muestra una configuración entrecruzada con la articulación PIP. En un estudio cadavérico del 2019 que incluyó 100 dedos, Balakrishnan et al. encontraron que el ORL siempre estaba presente, colocándose profundamente al ligamento retiniano transversal y formando una "hamaca" debajo de la articulación PIP cuando se entrecruza con su contraparte. Esta disposición entrecruzada, con fibras del ORL que cruzan volar a la polea A3, apoya aún más a la articulación PIP y contribuye a la función de estabilización y acoplamiento del ligamento.

Para finalizar, el tendón terminal en la falange distal, formado por la fusión de las bandeletas laterales (que ahora contienen fibras de EDC, lumbricales e interóseos), se inserta en la base dorsal de la

falange distal. La tensión a través de este tendón terminal produce extensión en la articulación interfalángica distal (DIP) (Balakrishnan, 2019).

Por otro lado, el pulgar tiene un aparato extensor más simple: no hay una capucha extensora ancha con contribuciones musculares intrínsecas en el pulgar. El EPL se inserta directamente en la base de la falange distal, y el EPB en la base de la falange proximal. Sin embargo, incluso el pulgar tiene una expansión fascial: el tendón del EPL se ve reforzado por deslizamientos fibrosos de los músculos tenares intrínsecos (en particular el abductor corto del pulgar y el aductor del pulgar) a medida que cruza la articulación MCP, análogo a un capuchón extensor dorsal. Esta expansión fibrosa ayuda a estabilizar el EPL sobre la articulación MCP del pulgar y permite una extensión interfalángica coordinada, que funciona de manera similar a la expansión del extensor digital en los dedos (Park, 2020).

Biomecánica del mecanismo extensor

El mecanismo extensor permite la extensión coordinada de las articulaciones de los dedos (MCP, PIP y DIP) a través de una interacción equilibrada de fuerzas de los tendones extensores extrínsecos y los músculos intrínsecos, moderados por el capuchón y los ligamentos retinianos. La extensión de los dedos es un proceso cinemático complejo que requiere la transferencia de fuerza muscular a través del aparato dorsal, en el que cada articulación influye en las demás en una "cadena poliarticular interdependiente". El mecanismo debe producir fuerzas lineales (para extender cada articulación) al mismo tiempo que aprovecha las fuerzas oblicuas (de las fibras y ligamentos intrínsecos) para mantener la alineación y el equilibrio (Chinchalkar, 2015).

La fuerza extensora primaria en la articulación metacarpofalángica proviene de los tendones extrínsecos. Cuando el EDC se contrae, tira del capuchón extensor proximalmente. Las bandas sagitales transmiten esta fuerza a la falange proximal enrollándose alrededor de la base del dedo, lo que ayuda a iniciar la elevación de la falange proximal en extensión. En flexión completa, la banda sagital actúa como un cabestrillo para comenzar a levantar la articulación MCP fuera de la posición flexionada. Las juntas tendinosas también ayudan al movimiento, debido que a medida que un dedo comienza a extenderse, distribuyen algo de fuerza a los dedos adyacentes, lo que ayuda a la extensión sincrónica de la articulación MCP. Una vez que la articulación MCP está en o cerca de la extensión, la capucha extensora se estabiliza mediante las bandas sagitales y las juntas, lo que permite que la fuerza extrínseca se transmita de manera efectiva a las articulaciones PIP y DIP a través de las bandeletas central y lateral (Chinchalkar, 2015).

En particular, los músculos intrínsecos (lumbricales e interóseos) en realidad flexionan las articulaciones MCP (ya que sus tendones pasan volar al eje MCP); por lo tanto, durante la extensión pura

de los dedos, los músculos intrínsecos no extienden activamente la MCP, sino que permiten o ayudan a equilibrar el movimiento. En una postura "intrínseca-plus" (MCP flexionada, IP extendidas), los lumbricales e interóseos se contraen para flexionar la MCP mientras tiran simultáneamente del capuchón extensor para extender las articulaciones IP: esta acción combinada demuestra su doble función (Chinchalkar, 2015).

Con respecto a la extensión de las articulaciones interfalángicas, esto se logra mediante una combinación de fuerzas extrínsecas e intrínsecas transmitidas a través del mecanismo extensor. Clásicamente, se ha visto que los músculos intrínsecos son cruciales para la extensión de las articulaciones PIP y DIP, como lo demuestra la deformidad de una mano asociada a una parálisis del nervio cubital, donde la pérdida de lumbricales/interóseos conduce a la incapacidad de extender completamente las articulaciones IP, lo que resulta en la postura de garra con MCP extendidas e IP flexionadas. De hecho, los lumbricales e interóseos, al insertarse en las bandeletas laterales, ejercen una fuerza extensora sobre la articulación PIP y la articulación DIP cuando se contraen, al mismo tiempo que flexionan la MCP. Sin embargo, estudios biomecánicos recientes sugieren que la contribución del extensor común de los dedos a la extensión de la articulación PIP también es sustancial. Un estudio cadavérico del 2020 realizado por Park et al. examinó la extensión de la articulación PIP con fuerza extrínseca aislada frente a intrínseca y descubrió que el EDC por sí solo puede generar una extensión significativa de la articulación PIP, incluso más que los músculos intrínsecos en algunas posiciones. La anatomía explica esto: el tendón EDC se trifurca después de la articulación MCP, enviando la bandeleta central a la falange media y contribuyendo también a las bandeletas laterales. Por lo tanto, el extensor extrínseco tiene dos rutas directas para extender la articulación PIP, a través de la bandeleta central y a través de sus fibras en las bandeletas laterales, mientras que los músculos intrínsecos extienden la articulación PIP solo a través de las bandeletas laterales (Park, 2020).

En el funcionamiento normal, la articulación PIP se moviliza por la acción combinada de la bandeleta central (EDC) y las bandeletas laterales (EDC + intrínsecos). La bandeleta central inicia la extensión de la PIP; a medida que la PIP se extiende, las bandas laterales se mueven dorsalmente, guiadas por el ligamento retiniano transversal, y luego la tensión en las bandeletas laterales completa la extensión a neutral. Si la bandeleta central está intacta, y las bandeletas laterales no funcionan, se puede extender la articulación PIP a través de un rango limitado, pero es posible que no supere la contractura o la resistencia; por el contrario, si hay una ruptura completa de la bandeleta central (deformidad de Boutonnière), la extensión activa de la articulación PIP se pierde incluso si los intrínsecos están funcionando, porque las bandeletas laterales generalmente se subluxan y no pueden extender la articulación PIP de manera efectiva por sí solas. Park et al. concluyeron que la extensión de la articulación PIP es principalmente una función del extensor extrínseco,

con las bandeletas laterales desempeñando un papel más importante que la bandeleta central. En su modelo, la reparación tanto de la inserción de la bandeleta lateral como la de la bandeleta central es importante para restaurar la extensión completa de la articulación PIP después de una lesión (Park, 2020).

Por otro lado, con respecto a la biomecánica de la articulación DIP: la extensión se realiza casi en su totalidad a través de las bandeletas laterales y el tendón terminal. Al igual que la articulación PIP, la investigación indica que la parte de fuerza extrínseca frente a la intrínseca para la extensión de la DIP es significativa en ambos lados. En un estudio previo sobre la extensión DIP (citado por Park et al.) se demostró que la reparación de las contribuciones extrínsecas e intrínsecas al tendón terminal es importante para el manejo de las lesiones del dedo en martillo (extensor DIP). En la práctica, los lumbricales y los interóseos a menudo inician la extensión del tendón terminal, por ejemplo, en tareas sutiles o cuando el EDC es menos efectivo, como cuando se extiende el MCP, el EDC pierde algo de tensión distalmente. El ORL (ligamento retiniano oblicuo) desempeña un papel biomecánico clave en la coordinación de la extensión de la PIP y la DIP. Cuando la PIP está completamente extendida, el ORL se estira y tira del tendón terminal, ayudando a los últimos grados de extensión de la DIP. Por el contrario, cuando el PIP se flexiona, el ORL pierde su tensión, lo que permite que la DIP se flexione libremente. Este mecanismo de acoplamiento garantiza que, en la cinemática normal, la articulación DIP no permanezca flexionada cuando la PIP se extienda (evitando un retraso) y viceversa: es por eso que normalmente no se puede extender completamente la DIP si la PIP se mantiene completamente flexionada, y por qué el tratamiento de un dedo en martillo (lesión extensora DIP) a menudo requiere que la PIP se flexione ligeramente para evitar la tensión del ORL que dificultaría la recuperación. Los hallazgos cadavéricos apoyan que un ORL roto conduce a una tendencia de deformidad de cuello de cisne (hiperextensión de la PIP con flexión de la DIP) porque la DIP ya no puede acompañar a la PIP en extensión (Balakrishnan, 2019).

Papel de los músculos intrínsecos

Los lumbricales y los interóseos, cuando se activan, ejercen fuerza sobre las bandeletas laterales para extender las articulaciones PIP y DIP mientras flexionan simultáneamente el MCP. Esta acción es fundamental para los movimientos coordinados de los dedos, como hacer una posición de mesa (MCP flexionado, IP extendido). Los análisis electromiográficos y funcionales han demostrado que los intrínsecos se activan de manera coordinada con el EDC durante muchas actividades: por ejemplo, al extender los dedos de un puño flexionado, el EDC inicia la extensión de la MCP, luego los intrínsecos se contraen para extender las IP y evitar que el EDC hiperextienda demasiado la MCP. Si los músculos intrínsecos están paralizados, como en una parálisis del nervio cubital superior que afecta a los interóseos y a los dos

lumbricales mediales, la EDC actuando por sí sola hace que las articulaciones MCP se hiperextiendan mientras que las articulaciones PIP y DIP permanecen flexionadas. Esto demuestra que el extensor extrínseco tiene dificultades para extender las articulaciones IP sin la ayuda de los intrínsecos, debido al desequilibrio de fuerzas y la falta de tensión en las bandeletas laterales cuando los intrínsecos están sin tensión (Chinchalkar, 2015).

El músculo lumbrical es particularmente interesante desde el punto de vista biomecánico: debido a que se origina en el tendón FDP, cuando el FDP se contrae fuertemente (formando un puño), el lumbrical pierde su tensión y no puede contribuir a la extensión. Por el contrario, cuando el FDP está relajado, el lumbrical puede jalar más eficazmente al capuchón extensor. Esta interdependencia es parte de lo que hace que el movimiento de los dedos esté finamente coordinado (Chinchalkar, 2015).

Papel de la juntura tendinosa

La juntura tendinosa asegura que la extensión de un dedo esté parcialmente acoplada con la extensión de sus vecinos. Ayudan a distribuir la carga: por ejemplo, si un dedo encuentra resistencia (como presionar contra un objeto), las juntas permiten que se comparta la fuerza extensora, evitando que un tendón soporte toda la carga. Sin embargo, una consecuencia anatómica es que la extensión independiente de un dedo con otros flexionados puede ser limitada. El ejemplo clásico es tratar de extender solo el dedo anular mientras los otros están en un puño: las juntas hacia el dedo medio y el dedo meñique restringen el movimiento independiente completo. Clínicamente, la fuerza compartida de las juntas significa que la ruptura de un tendón EDC puede no resultar inmediatamente en la pérdida total de la extensión de ese dedo, especialmente en los dedos anular y meñique, porque los tendones adyacentes a través de las juntas pueden proporcionar cierta fuerza de extensión. Biomecánicamente, también evitan que haya un retraso de la extensión en un dedo cuando otros se están extendiendo al mantener la tensión en el sistema (Chinchalkar, 2015).

Distribución de la fuerza y agarre

Curiosamente, el mecanismo extensor también contribuye a la sinergia de flexión y agarre. Aunque parezca contradictorio, el aparato extensor bajo tensión estabiliza las articulaciones y equilibra las fuerzas flexoras durante el agarre. Un modelo biomecánico reciente de elementos finitos (Wei et al. 2022) examinó cómo la eliminación de partes del mecanismo extensor afectaba al rendimiento del agarre de la mano. El estudio encontró que la eliminación del capuchón extensor (aponeurosis dorsal) o las bandeletas laterales conduce a una pérdida significativa de la calidad del agarre: la eliminación del capuchón extensor redujo la estabilidad general de agarre y las fuerzas de contacto en alrededor de un 16%, y la eliminación de las bandeletas laterales causó una reducción de aproximadamente el 8,5% (Wei, 2022). El capuchón extensor

se consideró incluso más crucial que las bandeletas laterales para mantener la transmisión de las fuerzas necesarias para un agarre seguro. Esto se debe a que el mecanismo extensor, incluso durante la flexión, mantiene la alineación de los tendones extensores y equilibra la tensión dorsal, que indirectamente apoya a los flexores, evitando el colapso o la hiperextensión de la articulación. El mismo estudio también señaló que hacer que los tendones extensores fueran artificialmente más rígidos no mejoraban aún más el agarre. Esto sugiere una elasticidad óptima en el mecanismo extensor para la función de la mano. En esencia, un mecanismo extensor funcional no solo es necesario para la extensión de los dedos, sino también para el acoplamiento normal de la fuerza durante la flexión y para el control fino; el aparato dorsal garantiza que las fuerzas de extensión se puedan aplicar rápidamente para liberar un agarre y que los dedos se puedan reposicionar con precisión (Chinchalkar, 2015).

CLASIFICACIONES DE LAS LESIONES AGUDAS DEL MECANISMO EXTENSOR DEL ANTEBRAZO, LA MANO Y LOS DEDOS EN ADULTOS

Las lesiones del aparato extensor a menudo se clasifican por zonas, análogas a las zonas de lesión del tendón flexor, las cuales se verán a continuación. La clasificación de las lesiones del mecanismo extensor es crucial para comunicar el patrón de lesión y guiar las estrategias adecuadas de tratamiento y rehabilitación (Colzani, 2016).

Existen múltiples enfoques de clasificación, centrados en diferentes aspectos de la lesión:

- Clasificaciones basadas en mecanismos: categorización de las lesiones según la forma en que ocurren (por ejemplo, laceración aguda, lesión por avulsión, traumatismo por aplastamiento o ruptura por desgaste).
- Clasificaciones anatómicas basadas en zonas: división del sistema extensor en zonas (como las zonas I a VIII de Verdan) para localizar las lesiones por región.
- Clasificaciones basadas en la gravedad: evaluación del alcance de la lesión (ruptura parcial versus completa del tendón) y el contexto (lesión abierta versus cerrada).
- Clasificaciones funcionales: clasificación de las lesiones por la pérdida de movimiento resultante o el deterioro funcional de la mano.

Cada perspectiva de clasificación proporciona información única. Por ejemplo, saber si una lesión del tendón extensor se debe a una laceración limpia frente a un aplastamiento ayuda a predecir el daño tisular y el riesgo de infección, mientras que la zona de la lesión se correlaciona con las dificultades esperadas en la reparación y rehabilitación (Griffin, 2012).

Una clasificación bien definida guía al especialista en la elección del tratamiento quirúrgico frente al no quirúrgico, el tipo de reparación quirúrgica, la necesidad de inmovilizar y los resultados previstos. A continuación, se examinarán en profundidad las clasificaciones de lesiones del mecanismo extensor, comparando los sistemas de clasificación globales, y detallando cada tipo de clasificación.

Visión general de los sistemas de clasificación

Con el tiempo, los cirujanos de mano alrededor del mundo han desarrollado varios sistemas de clasificación para las lesiones del mecanismo extensor. El marco global más ampliamente aceptado es la clasificación de zonas anatómicas descrita originalmente por Verdan, y posteriormente formalizada por Kleinert y Verdan en un informe de IFSSH de 1983, ambas se observan en la figura 10 y 11. Este sistema divide la cara dorsal del pulgar y los dedos en zonas numeradas desde la punta del dedo hacia el antebrazo. Se utiliza internacionalmente para describir rápidamente la localización de la lesión. Además del sistema de zonas, las categorías basadas en el mecanismo son universalmente reconocidas: por ejemplo, distinguir una laceración aguda de una avulsión, o una ruptura abierta de un traumatismo cerrado, ya que estos escenarios a menudo requieren intervenciones diferentes (Colzani, 2016).

Figura 10.

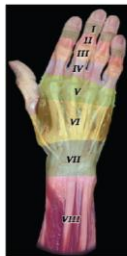
Zonas de lesión de los tendones extensores de los dedos trifalángicos y del pulgar según la IFSSH.



Nota: (M.R. Morro-Martí, 2019)

Figura 11.

Zonas de lesión de los tendones extensores de los dedos trifalángicos y del pulgar según la clasificación de Verdan.



Nota: (Bellemère P., 2015)

Además, existen clasificaciones para lesiones específicas del mecanismo extensor, que se discutirán más adelante, como por ejemplo, la clasificación de Doyle de las lesiones de dedos en martillo (zona I), la cual se divide en cuatro tipos (cerradas vs. abiertas, con o sin fractura). Otro ejemplo es la clasificación de Rayan y Murray de las lesiones de la banda sagital (zona V), la cual se divide en tres grados (desde la contusión simple hasta la luxación completa del tendón) (Colzani, 2016).

En particular, estudios recientes han correlacionado las zonas y los mecanismos de lesión con los resultados posterior al tratamiento de los pacientes, lo que refuerza el valor pronóstico de una clasificación adecuada.

Clasificación anatómica por zonas (zonas de Verdan)

La clasificación de la zona anatómica es la piedra angular de la descripción de las lesiones del tendón extensor y se utiliza ampliamente para guiar el tratamiento. Verdan describió originalmente ocho zonas en el dorso de cada dedo y pulgar, numeradas del I al VIII desde distal hasta proximal. Cada zona corresponde a una región anatómica específica (articulaciones vs. segmentos óseos), lo que refleja diferencias en la anatomía del tendón y el manejo de la lesión. Las zonas impares coinciden con las articulaciones, y las zonas pares están sobre los segmentos óseos entre las articulaciones (Griffin, 2012). En la tabla 1 se resumen las zonas extensoras de los dedos (del índice al meñique), sus límites anatómicos, los tipos de lesiones comunes y las consideraciones sobre el tratamiento. Es importante especificar que el pulgar tiene sus propias cinco zonas: T1-T5, que corresponden a las siguientes zonas: T1 - articulación IP, T2 - falange proximal, T3 - articulación MCP, T4 - metacarpiano, T5 - nivel de la muñeca (Colzani, 2016).

Tabla 1.

Zonas de Verdan del mecanismo extensor (I-VIII), patrones de lesión comunes e implicaciones clínicas.

| Zona | Ubicación (dedos) | Mecanismos comunes de lesión | Importancia clínica y manejo |
|------|--|---|---|
| I | Articulación interfalángica distal (DIP) y punta de los dedos. | -Avulsión cerrada del tendón terminal (dedo en martillo clásico debido a la flexión forzada de una DIP extendida) -Ocasionalmente, laceración abierta sobre DIP. | - Provoca la imposibilidad de extender la DIP. Se trata de forma conservadora con férula de extensión de DIP continua durante 6 a 8 semanas si está cerrada. -Si se acompaña de una gran avulsión ósea (fractura que compromete >20-30% de la superficie articular) o una |

| | | | |
|-----|--|--|---|
| | | | <p>subluxación volar de la falange distal, está indicada la reparación quirúrgica.</p> <p>-Las lesiones en mazo no tratadas, con el tiempo, pueden provocar una deformidad en cuello de cisne (hiperextensión de la PIP por desequilibrio).</p> |
| II | Falange media | <p>-Laceración aguda o lesión por aplastamiento del tendón sobre la falange media (causada por cuchillos, vidrio o maquinaria).</p> <p>-La avulsión es menos común aquí, las lesiones de la zona II suelen ser cortes transversales.</p> | <p>-El tendón en esta zona es ancho y plano. Las lesiones pueden ser parciales. Si esta es <50% del ancho del tendón y la extensión es fuerte, puede bastar con inmovilizar el dedo en extensión de 6-8 semanas.</p> <p>-Las laceraciones completas requieren reparación quirúrgica primaria (con una sutura de cuatro hebras) e inmovilización por 6 semanas.</p> <p>-Monitoree cualquier retraso en la extensión de la PIP, esto podría indicar una lesión de la bandeleta central pasada por alto en la zona III.</p> |
| III | Articulación interfalángica proximal (PIP) (bandeleta central) | <p>-Ruptura cerrada (avulsión) de la bandeleta central desde su inserción en la falange media (debido a una flexión forzada o a un traumatismo mientras la PIP se encontraba flexionada).</p> <p>-Conduce a la deformidad de Boutonnière (flexión PIP con hiperextensión DIP debido a la migración volar de las bandeletas laterales) si no se trata.</p> <p>También son comunes las laceraciones abiertas sobre la articulación PIP (por ejemplo, de sierras o cortes).</p> | <p>-La bandeleta central es fundamental para extender la PIP.</p> <p>-Las lesiones cerradas de la zona III se presentan con dolor leve en la PIP y un retraso sutil de la extensión de la PIP.</p> <p>-La prueba de Elson, que examina la rigidez de la DIP cuando la PIP se flexiona a 90°, ayuda a detectar estas lesiones.</p> <p>-El tratamiento para una lesión cerrada de la bandeleta central consiste en inmovilizar la PIP en extensión completa durante 4 a 6 semanas.</p> <p>-Las laceraciones abiertas generalmente se reparan quirúrgicamente: reparación directa del tendón.</p> <p>-Si hay una fractura por avulsión considerable en la base dorsal de la falange media, puede ser necesaria una fijación quirúrgica.</p> |
| IV | Diáfisis de la falange proximal | <p>-Laceraciones (la mayoría parciales) a través de la falange proximal.</p> <p>-El mecanismo extensor aquí es ancho, incluyendo bandeletas laterales.</p> <p>-La avulsión pura es rara; las lesiones suelen deberse a cortes.</p> | <p>-Debido a que el capuchón extensor sobre la falange proximal es delgado y ancho, las laceraciones incompletas son comunes.</p> <p>-Incluso si el dedo puede extenderse parcialmente, cualquier retraso en la extensión justifica la exploración. -Las laceraciones completas se tratan con reparación primaria y férula de extensión, también involucrando la muñeca en una ligera extensión.</p> <p>-La zona IV es análoga a la zona flexora conocida como "tierra de nadie", ya que hay mucha expansión del tendón.</p> |
| V | Articulación metacarpofalángica (MCP) (nudillos) | <p>-Laceraciones abiertas (puñetazos que conducen a heridas por mordeduras humanas: "mordeduras de lucha")</p> <p>-Traumatismo cerrado que causa lesiones de la banda sagital (pueden resultar en subluxación del tendón extensor en la articulación MCP).</p> | <p>-Las laceraciones por mordedura humana en la zona V se consideran emergencias quirúrgicas: irrigación completa, desbridamiento y reparación primaria del tendón, junto con antibióticos, debido al alto riesgo de infección.</p> <p>-Las rupturas de la banda sagital (lesiones cerradas) se clasifican por separado (tipos I-III de Rayan/Murray).</p> <p>-Un desgarro parcial de la banda sagital (el tendón aún se desplaza sobre la articulación) se puede tratar con una férula de la MCP en extensión durante 3-4 semanas.</p> <p>-Un desgarro completo con luxación del tendón requiere una reparación quirúrgica de la banda sagital.</p> <p>-La clasificación adecuada de una lesión de la zona V (distinguiendo una laceración pura del tendón de una lesión de la banda sagital) dirige el tratamiento.</p> |
| VI | Dorso de la mano – región metacarpiana | <p>-Las laceraciones son comunes, ya que los tendones son superficiales en esta zona.</p> <p>-Ocasionalmente pueden ocurrir rupturas cerradas (tendón extensor cortado por un fragmento de hueso afilado en una fractura metacarpiana).</p> | <p>-Los tendones extensores de los dedos se encuentran debajo de un mínimo de tejido blando.</p> <p>-Una característica única es la presencia de juntas tendinosas (interconexiones entre tendones extensores). Si un tendón está lacerado distal a una junta, el extensor del dedo adyacente puede ayudar a mantener cierta extensión, lo que podría enmascarar la lesión clínicamente. Si la laceración es proximal a la junta, los extremos del tendón se retraen y la pérdida de extensión es evidente.</p> <p>-El tratamiento suele ser la reparación quirúrgica de las laceraciones completas, seguida de la colocación de una férula en la muñeca y los dedos en extensión.</p> |

| | | | |
|------|--|---|---|
| | | | <p>-Las lesiones de la zona VI generalmente tienen un mejor pronóstico que las lesiones más distales.</p> <p>-Debido a que están más alejados de las articulaciones, hay menos riesgo de contractura articular y la excursión del tendón es más larga (lo que permite un poco más de tolerancia a la rigidez de la reparación). Aun así, pueden producirse adherencias y, a menudo, se utilizan protocolos tempranos de movimiento controlado para mejorar los resultados.</p> |
| VII | Muñeca: región del retináculo extensor | <p>-Laceraciones en la muñeca (accidentes o heridas autoinfligidas) que pueden lesionar múltiples tendones y el retináculo extensor.</p> <p>-Puede ocurrir junto con fracturas de radio distal o material de osteosíntesis que causan daño al tendón.</p> | <p>-Si se corta el retináculo, se debe reparar o reconstruir los compartimentos para evitar el arqueamiento de los tendones durante la extensión.</p> <p>-Se pueden lesionar varios tendones a la vez. Si es posible, se realiza la reparación primaria de cada tendón y se inmoviliza la muñeca en extensión de 45° durante 4 a 6 semanas.</p> <p>-El riesgo de adherencia es alto en esta zona debido a los espacios confinados de las vainas tendinosas.</p> <p>-El movimiento pasivo temprano bajo supervisión puede emplearse para reducir las cicatrices.</p> <p>-El resultado puede ser algo reservado: los pacientes pueden perder parte del movimiento de la muñeca o los dedos debido a la cicatrización, pero los resultados funcionales son aceptables con una buena terapia.</p> <p>-Si un tendón se lesiona por fragmentos de fractura (por ejemplo, EPL lesionado por una placa de radio distal dorsal), puede ser necesario retrasar la reconstrucción o el injerto del tendón una vez que la fractura esté estabilizada.</p> |
| VIII | Antebrazo | <p>-Lesiones abiertas (laceraciones profundas o mordeduras de perro).</p> <p>-Ocasionalmente, se producen rupturas de desgaste a este nivel (artritis reumatoide).</p> | <p>-Las lesiones se producen esencialmente en la unión músculo-tendón. Los músculos extensores comienzan en esta región, por lo que las lesiones pueden implicar una laceración del vientre muscular además del tendón. Todavía se intenta la reparación primaria, pero la técnica de sutura difiere: se utilizan múltiples suturas en forma de ocho a través de la unidad músculo-tendinosa para obtener una reparación robusta.</p> <p>-El antebrazo tiene un suministro de sangre sustancioso, por lo que la cicatrización suele ser buena, pero debido a que el músculo está involucrado, la reparación quirúrgica debe tener en cuenta las fuerzas de contracción muscular. En el postoperatorio, se inmovilizan la muñeca y las articulaciones implicadas (extensión de la muñeca a 45°) para relajar las unidades reparadas.</p> <p>-El pronóstico es bueno si se repara, porque el músculo y el tendón en esta área tienen una mejor capacidad de reparación y no están limitados por poleas. Sin embargo, si la lesión es muy proximal (cerca del codo, a veces llamada zona IX por algunos autores), pueden ser necesarias transferencias de tendones si el músculo está muy lesionado.</p> |

Nota: (Elaboración propia, 2025)

La tabla 1 ilustra que cada zona tiene patrones de lesiones característicos y estrategias de tratamiento. Por ejemplo, la tabla destaca que las lesiones de la zona I (dedo en martillo) generalmente se tratan de manera conservadora con férulas si están cerradas, mientras que una lesión de la zona V (MCP) por una mordedura de pelea requiere intervención quirúrgica. Este enfoque basado en zonas es estándar en la práctica ortopédica y de cirugía de la mano, y sirve como un lenguaje común. La clasificación de la zona también alerta al equipo de atención sobre las posibles complicaciones: lesiones de la zona distal (I-III), tienen riesgo de retraso en la extensión y deformidades de los dedos si no se tratan adecuadamente, mientras que las lesiones más proximales (VI-VIII), si se reparan, pueden tener mejores resultados de rango de movimiento, pero aún requieren un tratamiento vigilante para prevenir adherencias (Colzani, 2016).

Clasificación basada en la gravedad (extensión de la lesión)

Otra forma útil de clasificar las lesiones agudas del mecanismo extensor es por su gravedad, definida principalmente por el grado de disrupción del tendón y si la lesión es abierta o cerrada. Los descriptores clave en esta categoría incluyen rupturas parciales vs. completas del tendón y lesiones cerradas vs. abiertas, así como la consideración de las lesiones asociadas (simples vs. complejas). Las lesiones del tendón extensor pueden variar desde un desgarro menor de espesor parcial (algunas fibras del tendón intactas) hasta una ruptura de espesor completo. Esta distinción es crucial porque guía el tratamiento: si un paciente presenta una laceración parcial (<50% del ancho del tendón) y aún puede extender el dedo contra la resistencia, puede ser apropiado un tratamiento conservador con inmovilización con férula. Por el contrario, una ruptura completa (100% de disrupción) se manifestará como incapacidad para extender la articulación afectada, y, por lo general, requiere reparación quirúrgica para restablecer la continuidad (Beutel, 2024).

Además, la afectación de un solo tendón frente a múltiples tendones es una consideración de gravedad. La lesión de un tendón puede ser compensada por un extensor adyacente (especialmente en la zona VI a través de las juntas), mientras que la laceración de múltiples tendones proximal a las juntas es funcionalmente más grave y generalmente se maneja quirúrgicamente.

El hecho de que la piel esté intacta o no define un aspecto importante de la gravedad. En las lesiones cerradas, su gravedad está determinada por el grado de falla del tendón y cualquier avulsión ósea. Básicamente, no conllevan ningún riesgo de contaminación, pero pueden ser más difíciles de diagnosticar de inmediato, pueden pasar desapercibidos sin un examen cuidadoso. Las lesiones abiertas, por el contrario, tienen una herida externa, que por definición tiene riesgo de infección. (Beutel, 2024)

Algunas clasificaciones también utilizan el término "lesión compleja" para denotar lesiones abiertas con pérdida adicional de tejido: por ejemplo, el dedo en mazo de tipo III de Doyle es una lesión abierta con pérdida de piel o sustancia tendinosa. De manera similar, una lesión extensa abierta con fractura ósea o lesión articular asociada es más grave (denominada "lesión combinada"). La presencia de lesiones asociadas (fracturas óseas, luxaciones articulares, pérdida de piel, lesión neurovascular) aumenta el grado de gravedad. Los sistemas de clasificación como la clasificación de O'Donovan, utilizada en algunos contextos de trauma, incorporan un sistema de grados en los que los más altos involucran múltiples tipos de tejidos lesionados (Colzani, 2016).

En resumen, una clasificación basada en la gravedad de las lesiones del mecanismo extensor podría resumirse como: Grado 1: lesión parcial del tendón (mecanismo extensor intacto, tal vez un ligero retraso); Grado 2: ruptura completa del tendón (pérdida de extensión); Grado 3: interrupción completa con

complicaciones adicionales (herida abierta, fractura o pérdida significativa de tejido). En la literatura, por ejemplo, el tipo I/II/III de Rayan y Murray para las lesiones de la banda sagital es esencialmente una escala de gravedad (desde una contusión leve hasta una luxación completa). De manera similar, los dedos en martillo de Doyle tipos I-IV aumentan en gravedad de cerrados a abiertos con fractura. En un sentido amplio, las lesiones parciales vs. completas y cerradas vs. abiertas son los dos ejes de gravedad que guían el tratamiento: las lesiones parciales/cerradas a menudo reciben un tratamiento conservador, mientras que las lesiones completas/abiertas requieren reparación quirúrgica y tienen un pronóstico más reservado (Colzani, 2016).

Clasificación funcional (impacto en el movimiento y la función de la mano)

Una clasificación funcional evalúa la lesión en términos de deterioro funcional resultante, es decir, cuánto movimiento o fuerza se pierde, y el impacto en la función de la mano. Si bien no es un sistema de clasificación formal como las zonas o el de Doyle, es una forma clínicamente relevante de describir las lesiones extensoras, especialmente cuando se evalúan los resultados o se planifica la rehabilitación. A continuación, se analizan las consideraciones clave para la clasificación funcional.

La medida funcional más directa de una lesión del tendón extensor son los grados de retraso en la extensión de las articulaciones afectadas. Por ejemplo, una lesión en mazo puede tener un retraso en la extensión de 30° en la articulación DIP. Se podría clasificar el déficit funcional como leve, moderado o severo en función de este retraso. Un esquema posible: leve = <20° de retraso en la extensión (deterioro funcional mínimo), moderado = 20-40° de retraso (significativo, pero parcialmente compensable), severo = >40° de retraso o incapacidad para extender (mayor impacto funcional). Algunas clasificaciones de resultados de rehabilitación utilizan el retraso de extensión en su calificación (Collocott, 2020).

Para una visión funcional más amplia, especialmente cuando hay múltiples articulaciones involucradas, se puede utilizar el Movimiento Activo Total del dedo (la suma de la flexión menos los déficits de extensión en las articulaciones de los dedos), así como la fuerza de agarre. Una lesión del tendón extensor afecta principalmente a la parte de extensión del movimiento, pero paradójicamente un déficit funcional común después de una lesión extensora es la pérdida de flexión (debido a adherencias o reparaciones demasiado tensas) (Mehdinasab, 2012). Por lo tanto, la clasificación funcional podría incorporar cuánto del rango de movimiento normal se conserva. La fórmula de Strickland utilizada para los resultados del tendón flexor (que da un porcentaje de MAT recuperado) también se ha adaptado para los extensores: por ejemplo, si un paciente recupera >75% del movimiento de su dedo en comparación con el lado opuesto, eso podría considerarse un buen resultado funcional (Collocott, 2020).

Impacto en la función de la mano (actividades)

Algunas clasificaciones funcionales categorizan las lesiones según el nivel de discapacidad que causan en las actividades diarias. Por ejemplo, las lesiones extensoras de la mano dominante o de varios dedos pueden considerarse de alto grado en un sentido funcional si afectan tareas como agarrar, escribir o levantar objetos. Las medidas de resultado como la puntuación del cuestionario DASH (Discapacidades del brazo, el hombro y la mano) pueden cuantificar el impacto funcional. Si bien no se etiqueta una lesión por una puntuación DASH, estas herramientas de resultados subrayan que la importancia máxima de cualquier clasificación es el resultado funcional para el paciente.

En última instancia, el impacto funcional vincula los otros tipos de clasificación: una lesión de alto mecanismo en una zona crítica probablemente tendrá una pérdida funcional grave si no se repara a tiempo. Al clasificar las lesiones en términos de pérdida de movimiento, se hace hincapié en la función de la mano del paciente, que es la razón por la que se clasifican y tratan estas lesiones en primer lugar. La clasificación funcional recuerda que dos lesiones con la misma zona y mecanismo pueden diferir en el déficit real observado (dependiendo de los factores del paciente), y que el tratamiento se debe ajustar para maximizar la recuperación funcional de la mano.

DISCUSIÓN

LESIONES ZONA 1: DEFORMIDAD EN MARTILLO

La deformidad en martillo o mazo se refiere a una lesión aguda del mecanismo extensor en la Zona I del dedo, que involucra una lesión del tendón extensor terminal en la articulación interfalángica distal (DIP). Esta lesión, llamada dedo en martillo o "dedo de béisbol", resulta en una incapacidad para extender activamente la falange distal, dejando la articulación DIP flexionada (Alla, 2014).

Los temas clave para comprender la deformidad del mazo incluyen su definición y antecedentes anatómicos, los mecanismos de lesión y la fisiopatología, la presentación clínica y el diagnóstico, los hallazgos de imágenes y las estrategias de tratamiento. El tratamiento suele clasificarse en tratamiento conservador versus intervención quirúrgica seguido de rehabilitación estructurada. Cada enfoque tiene implicaciones para la cicatrización y la función a largo plazo. Un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado son fundamentales para restaurar la extensión y prevenir complicaciones (Lamaris, 2017).

Las lesiones en martillo son las lesiones más comunes del mecanismo extensor de los dedos relacionadas con el deporte; se observa con frecuencia en adultos jóvenes durante los deportes de pelota. También pueden ocurrir en accidentes cotidianos (por ejemplo, atrapar un dedo en la ropa o en una puerta). La incidencia es mayor en los hombres (edad media de alrededor de 34 años) que en las mujeres (edad

media alrededor de 41 años) y afecta con mayor frecuencia a la mano dominante y a los dedos cubitales (dedo anular o meñique). En cualquier caso, el déficit funcional primario es el retraso en la extensión de la articulación DIP. Los pacientes aún pueden tener una extensión pasiva completa de la DIP (si no hay bloqueo articular presente), y el tendón flexor permanece intacto, lo que permite la flexión normal de la DIP. El término "mazo" proviene de la semejanza del dedo caído con un mazo o martillo, como se observa en la figura 12. Si la lesión no se reconoce y se trata adecuadamente, la DIP crónicamente flexionada puede hacer que el mecanismo extensor se desequilibre: las bandas laterales pueden migrar dorsalmente y tensarse, lo que lleva a una hiperextensión en la articulación PIP con el tiempo (una deformidad de cuello de cisne, como se observa en la figura 13) (Alla, 2014). Además, el retraso persistente en la extensión de la DIP puede dar lugar a una incongruencia en la superficie articular y predisponer a la osteoartrosis en la articulación DIP (Lamaris, 2017). Estas posibles secuelas subrayan la importancia de un tratamiento oportuno y eficaz.

Figura 12.

Deformidad en mazo del dedo meñique.



Nota: (Skinner, S., & Isaacs, J., 2020)

Figura 13.

Diagrama del mecanismo de deformidad en cuello de cisne secundaria a lesión de mazo.



Nota: (Bellemère P., 2015)

Clasificación de las lesiones en mazo

Las deformidades del mazo se clasifican según la naturaleza de la lesión del tendón y la presencia de afectación ósea. La clasificación de Doyle define cuatro tipos de lesiones en martillo en función del mecanismo de la lesión y el tejido involucrado. (Alla, 2014)

- Tipo I: Lesión cerrada con ruptura del tendón en la articulación DIP, con o sin un pequeño fragmento de avulsión ósea. Lesión más frecuente.

- Tipo II: Lesión abierta con laceración del tendón extensor terminal (generalmente debido a un corte agudo sobre la DIP).
- Tipo III: Lesión abierta con pérdida de sustancia tendinosa y piel (a menudo una lesión por aplastamiento con defecto de la piel y el tendón).
- Tipo IV: lesiones en martillo con afectación ósea (fractura), subdivididas en:
 - o IV-A: fracturas a través de la epífisis en adolescentes
 - o IV-B: fractura causada por hiperflexión (con 20-50% de la superficie articular de la falange distal afectada)
 - o IV-C: fractura causada por hiperextensión (fractura de labio dorsal que involucra >50% de la superficie articular) (Alla, 2014)

Otro esquema muy utilizado para las lesiones óseas en mazo es la clasificación de Wehbé y Schneider, que se centra en el tamaño del fragmento de fractura y la subluxación articular. En esta se clasifica las fracturas de mazo por tipo (I-III) y subtipo (A-C): (Alla, 2014).

- Tipo I: no hay subluxación de la articulación DIP.
- Tipo II – Subluxación de la articulación DIP presente (subluxación palmar de la falange distal debido a la fractura).
- Tipo III – Lesión fisaria o epifisaria (casos pediátricos)
- Subtipo A : Pequeño fragmento de avulsión que afecta a <30% de la superficie articular.
- Subtipo B: El fragmento afecta de 30% a 60% de la superficie articular.
- Subtipo C – El fragmento afecta a >60% de la superficie articular.

El sistema de Wehbé y Schneider ayuda a guiar el tratamiento: por ejemplo, en un estudio del 2014, por Alla et. Al, recomiendan que las lesiones de tipo II-B o II-C reciban tratamiento quirúrgico. Sin embargo, sus resultados también indicaron que los resultados finales generales no difirieron significativamente entre el tratamiento quirúrgico frente al no quirúrgico, excepto en las lesiones irreducibles (Alla, 2014).

En la Tabla 2 se resumen estos sistemas de clasificación.

Tabla 2. Clasificación de las lesiones de dedos en martillo.

| Clasificación | | Tipo | Descripción |
|---------------|--|--------------------------|---|
| Doyle | | I: Cerrado (solo tendón) | Lesión cerrada; ruptura del tendón extensor terminal (con o sin un pequeño fragmento óseo). No hay herida abierta. |
| | | II: Laceración abierta | Lesión abierta con laceración del tendón en la DIP. |

| Clasificación | | Tipo | Descripción |
|------------------------------|--|------------------------------------|---|
| | | III: Abierto (con pérdida de piel) | Lesión abierta con ruptura del tendón y pérdida de piel/tejido blando (lesión por aplastamiento). |
| | | IV: Fractura en mazo (ósea) | IV-A: Fractura transfisaria (niños/adolescentes). IV-B: Lesión por hiperflexión con fractura del 20-50% de la superficie articular de la falange distal. IV-C: Lesión por hiperextensión con fractura de la superficie articular de >50% (fractura del labio dorsal). |
| Wehbe & Schneider | | I: Sin subluxación | Mazo óseo sin subluxación volar de la falange distal. A: Fragmento < 1/3 de la superficie articular. B: Fragmento 1/3–2/3 de la superficie articular. C: Fragmento > 2/3 de la superficie articular. |
| | | II: Con subluxación | Mazo óseo con subluxación palmar de la falange distal. (Subtipos A, B, C definidos por el tamaño del fragmento). |
| | | III: Lesión fisaria/epifisaria | Mazo óseo que involucra el cartílago de crecimiento (paciente pediátrico). |

Nota: Las lesiones de mazo tipo IV en el sistema de Doyle se superponen con las fracturas óseas de mazo descritas por Wehbe y Schneider (Alla, 2014).

Mecanismo de lesión y fisiopatología

El mecanismo por excelencia de una lesión en mazo es una carga axial repentina o una flexión forzada en la punta de un dedo extendido. Esto ocurre comúnmente cuando una pelota (en deportes como el béisbol o el baloncesto) golpea la punta del dedo, flexionando a la fuerza el DIP mientras el extensor se contrae activamente. La fuerza repentina excede la resistencia a la tracción del mecanismo extensor terminal, lo que hace que falle. En las lesiones de tejidos blandos, el tendón generalmente se desgarró en o cerca de su inserción en la falange distal (zona I). En las lesiones óseas en mazo, un fragmento del labio dorsal de la falange distal se avulsiona junto con el tendón. Las radiografías laterales muestran clásicamente un pequeño fragmento de avulsión triangular en la base dorsal de la falange distal. Con menos frecuencia, una deformidad en martillo puede ser el resultado de una lesión por hiperextensión de la DIP (el movimiento opuesto): en este caso, el labio dorsal de la falange distal impacta contra la falange media, produciendo una fractura por avulsión (Doyle IV-C) incluso sin asociar una flexión forzada. Un traumatismo directo, como una lesión por aplastamiento o una laceración en el dorso de la DIP, también puede producir una deformidad en mazo por ruptura abierta del tendón (tipos II/III de Doyle) (Lamaris, 2017).

Presentación Clínica y Diagnóstico

Los pacientes con una lesión aguda en mazo suelen presentar dolor y edema en la articulación DIP y una deformidad evidente en flexión de la falange distal. La mano dominante y los dedos medios, anulares o meñiques son los más afectados (Alla, 2014).

En el examen físico, la articulación DIP descansa en flexión y el paciente no puede extenderla activamente. El retraso en la extensión se puede medir en grados. Es importante evaluar que el examinador puede extender la DIP de forma totalmente pasiva, lo que confirma que la deformidad se debe a una disfunción del tendón terminal y no a un bloqueo óseo en la articulación. La incapacidad de extender pasivamente la DIP podría sugerir la presencia de un gran fragmento óseo que bloquea la extensión o una contractura de larga data. La articulación PIP debe examinarse para detectar hiperextensión, especialmente en lesiones crónicas, ya que la extensión excesiva de PIP junto con la flexión DIP indica una deformidad de cuello de cisne en desarrollo. El examinador también debe probar la integridad del tendón flexor profundo de los dedos (FDP) pidiéndole al paciente que flexione la DIP contra resistencia, esto suele estar intacto, ya que el FDP se inserta en la región volar. El examen neurovascular del dedo suele ser normal, a menos que haya una lesión complicada (Lamaris, 2017).

Ocasionalmente, es necesario distinguir una lesión en martillo de otras lesiones del mecanismo extensor. Una lesión de la bandeleta central (deformidad de Boutonnière) afecta la extensión de la PIP (zona III), mientras que el dedo en martillo afecta a la extensión de la DIP (zona I). En el dedo en martillo, la PIP todavía puede extenderse activamente (bandeleta central intacto), mientras que en una lesión de Boutonnière la extensión de la PIP se pierde y la DIP puede, paradójicamente, hiperextenderse. Por lo tanto, un diferenciador clave es que el dedo en martillo tiene un retraso en la extensión de la DIP aislado con una extensión de la PIP completa, mientras que las lesiones extensoras más proximales afectan a otras articulaciones (Lamaris, 2017).

A pesar de que este trabajo se concentra en lesiones agudas en adultos, es importante recordar que, en pacientes pediátricos o adolescentes, una presentación tipo mazo asociada a una lesión del lecho ungueal podría ser en realidad una fractura de Seymour, que es una fractura fisaria abierta de la falange distal con lecho ungueal interpuesto, a menudo por una lesión por aplastamiento. Las fracturas de Seymour pueden imitar el dedo en martillo, pero se identifican por una línea de fractura fisaria en la radiografía y, por lo general, una lesión del lecho ungueal. Requieren una intervención quirúrgica inmediata (reducción, reparación del lecho ungueal) y no se manejan como simples dedos en martillo. En los adultos, las fracturas de Seymour no son aplicables (las placas fisarias están cerradas), por lo que cualquier deformidad en mazo en un adulto involucra el tendón y/o una fractura articular (Lamaris, 2017).

Imágenes y hallazgos médicos

Las imágenes son importantes en las lesiones en mazo para evaluar la afectación ósea, la alineación de las articulaciones y para ayudar a clasificar la lesión. La radiografía simple (rayos X) es la modalidad de

imágenes de primera línea. Se debe obtener una verdadera vista lateral de la articulación DIP afectada, junto con vistas anteroposteriores (AP) del dedo. Estas radiografías a menudo muestran un fragmento de avulsión ósea si está presente. En las lesiones puramente tendinosas en martillo, la radiografía parecerá normal o puede mostrar solo edema de los tejidos blandos. Los puntos clave a evaluar en la radiografía lateral incluyen: el tamaño del fragmento de avulsión (porcentaje de la superficie articular de la falange distal) y si hay alguna subluxación volar de la falange distal (Alla, 2014).

Por lo tanto, las imágenes de rayos X informan directamente si un caso puede necesitar fijación quirúrgica (fragmento grande, subluxación) o si es susceptible a inmovilización (fragmento pequeño o sin fractura, articulación congruente). La figura 14 ilustra una radiografía de un mazo óseo (Lamaris, 2017), (Alla, 2014).

Figura 14.

Radiografía de un dedo en martillo óseo.



Nota: (Alla, 2014)

Por lo general, no se requieren imágenes avanzadas para el diagnóstico rutinario de dedos en martillo, pero pueden ser útiles en situaciones seleccionadas o en investigaciones. La ecografía (US) puede visualizar el tendón extensor en tiempo real y, a veces, se utiliza en entornos agudos o cuando el diagnóstico está en duda. Los hallazgos ecográficos del dedo en martillo incluyen pérdida del movimiento normal del tendón en la extensión activa, evidencia de un desgarro parcial o completo del tendón en la articulación DIP, líquido o hematoma alrededor de la inserción del tendón, e incluso puede detectar un pequeño fragmento de avulsión que no es obvio en la radiografía. La ecografía tiene la ventaja de ser rápida y no invasiva, y puede evaluar dinámicamente si el tendón termina separado tras la flexión. Sin embargo, su uso depende de la habilidad del operador; en la mayoría de los casos, la combinación de exámenes y radiografías simples es suficiente (Lamaris, 2017).

La resonancia magnética (RM) rara vez está indicada en lesiones agudas en martillo, pero puede delinear las estructuras de los tejidos blandos en detalle. La resonancia magnética mostraría la ruptura del tendón extensor terminal, la retracción del tendón (si está presente) y cualquier lesión ligamentosa asociada (por ejemplo, lesión del ligamento retiniano oblicuo) o daño en el cartílago. La resonancia magnética puede

considerarse en casos crónicos en los que es necesario evaluar el grado de cicatrización del tendón o la presencia de cambios degenerativos, o si se sospecha de otra lesión además del mazo. Por ejemplo, la resonancia magnética puede confirmar si un fragmento es realmente tejido óseo, y evaluar el cartílago de la articulación DIP en busca de lesiones osteocondrales. En general, sin embargo, la resonancia magnética no es necesaria de forma rutinaria para el dedo en martillo. Se emplea más comúnmente para lesiones complejas en los dedos o si un paciente tiene problemas persistentes a pesar del tratamiento y se están evaluando las opciones quirúrgicas (Lamaris, 2017).

En resumen, las radiografías simples son el estándar de oro para las lesiones en mazo en adultos. Permiten la clasificación en mazo óseo frente a mazo tendinoso y la evaluación del tamaño y la alineación de los fragmentos. La ecografía puede complementar la evaluación de la integridad del tendón en casos equívocos y la resonancia magnética se reserva para escenarios inusuales o crónicos. Las imágenes adecuadas garantizan que no se pasen por alto afecciones como una fractura articular o una subluxación de la DIP, lo que es fundamental para guiar la elección entre el tratamiento conservador o quirúrgico.

Manejo conservador

La gran mayoría de las lesiones agudas en mazo sin fracturas grandes se tratan de forma no quirúrgica. De hecho, el estándar de atención actual es tratar todas las lesiones de tejidos blandos y fracturas óseas en martillo sin subluxación (y con fragmentos de tamaño pequeño) con inmovilización inicial de férula. El tratamiento no quirúrgico está indicado para: rupturas tendinosas cerradas (sin fractura); avulsiones óseas que involucran menos del 30% de la superficie articular con una articulación congruente (sin subluxación palmar); e incluso muchas fracturas en mazo de hasta 1/3-1/2 de la superficie de la articulación, siempre que la articulación se pueda mantener alineada mediante una férula. Los factores del paciente también guían esta decisión: si el paciente puede cumplir con un régimen estricto de férulas, se favorece el tratamiento conservador, ya que evita los riesgos quirúrgicos. Solo si un paciente no puede adherirse en absoluto a la férula (por ejemplo, debido a demandas ocupacionales o problemas cognitivos), se puede elegir la cirugía principalmente para una lesión que de otro modo sería apropiada para la férula. En resumen, todas las lesiones agudas reducibles en mazo (tendón o fractura pequeña) deben considerarse primero para el tratamiento con férula (Alla, 2014).

El principio de inmovilizar un dedo en mazo es mantener la articulación DIP en extensión completa, o ligera hiperextensión, de forma continua, para aproximar los extremos del tendón desgarrado o fragmento óseo al hueso, y permitir que sanen. Existen varios diseños de férulas, como se observa en la figura 15 (Alla, 2014), pero todas ellas sirven para inmovilizar la DIP en extensión dejando libre la articulación PIP. Ahora

está bien establecido que solo la articulación DIP necesita inmovilización; permitir que la articulación PIP se mueva no pone en peligro el tratamiento, de hecho, evita la rigidez en el resto del dedo. La enseñanza clásica alguna vez recomendó inmovilizar tanto la DIP como la PIP, pero los estudios cadavéricos mostraron que el movimiento de la PIP no hace que los extremos terminales del tendón se separen si la DIP en sí permanece extendida (Alla, 2014).

Figura 15.

Tipos de férula para inmovilizar un dedo en martillo.



Nota: (Alla, 2014)

Las férulas comunes incluyen la férula de plástico Stack (una férula rígida prefabricada que tapa la DIP, manteniéndola en extensión), férulas termoplásticas moldeadas a medida hechas por terapeutas manuales y férulas de espuma de aluminio simples aplicadas dorsalmente. También hay variaciones como la férula Abouna (una férula de alambre recubierta de goma) y diseños más nuevos, pero ningún tipo ha demostrado ser claramente superior en resultados. La elección se reduce a la comodidad del paciente y la experiencia del médico. Por ejemplo, las férulas termoplásticas perforadas pueden ser más ligeras y menos sudorosas que las de plástico sólido, lo que mejora la comodidad.

Los estudios han comparado la aplicación volar frente a la dorsal; un ensayo aleatorizado no encontró diferencias significativas en el retraso de la extensión final si la férula era volar, dorsal o termoplástica personalizada, siempre y cuando la DIP se inmovilizara correctamente (Alla, 2014).

En la figura 16 se muestra la radiografía de un mazo óseo manejado con férula de Stack en el momento de la lesión y el mismo dedo después de 6 semanas del tratamiento, con reducción adecuada del fragmento.

Figura 16.

Evolución radiológica de un dedo en martillo manejado con férula de Stack.



Nota: (Alla, 2014)

La inmovilización estricta y continua es fundamental. La duración típica de la férula es de 6 semanas a tiempo completo, seguidas de un uso gradual, a menudo 2 semanas adicionales de férula nocturna. Algunos protocolos incluso usan hasta 6 semanas adicionales de inmovilización nocturna (para un total de 12 semanas). Durante el período inicial de 6 semanas, la DIP debe mantenerse en extensión en todo momento, incluso durante la higiene y los cambios de férula (Alla, 2014).

Se instruye a los pacientes sobre cómo limpiar cuidadosamente el dedo y la férula (por ejemplo, apoyando la mano sobre una mesa con la DIP en extensión mientras se aplica otra férula o un soporte firme durante la limpieza). Un lapso momentáneo en flexión puede volver a generar un gap en el tendón. Las investigaciones indican que 1 mm de elongación en el tendón terminal puede producir un retraso en la extensión de la DIP de aproximadamente 25°. Por el contrario, si el tendón se cicatriza acortado en 1 mm, puede limitar significativamente la flexión de la DIP. Por lo tanto, mantener la aposición exacta del tendón es clave para un buen resultado, y el cumplimiento del paciente es el determinante más importante del éxito en el tratamiento conservador (Alla, 2014).

Cuando se realiza correctamente, la férula produce buenos resultados en la mayoría de los casos. En una serie clásica, Okafor et al. informaron una alta satisfacción del paciente en el seguimiento de 5 años con el tratamiento con férulas, a pesar de un retraso residual en la extensión promedio de alrededor de 8°. Un retraso tan pequeño (<10°) suele ser funcionalmente insignificante y, a menudo, estéticamente aceptable. De hecho, las medidas de resultado como los criterios de Crawford consideran que el déficit de extensión de <10° con movimiento completo y sin dolor es un resultado "bueno" o "excelente" (Alla, 2014).

Los problemas de cumplimiento y las complicaciones de la piel son las principales desventajas de la inmovilización. Las férulas pueden causar úlceras por presión, maceración de la piel o irritación, especialmente si no se ajustan bien o si el paciente tiene la piel sensible. La cinta adhesiva que sujeta la férula puede causar reacciones alérgicas en algunos casos. En una serie, hasta el 44-45% de los pacientes presentaron complicaciones menores por el uso de la férula (principalmente problemas cutáneos), pero por lo general fueron transitorias y se trataron con ajustes (Alla, 2014).

La comodidad de la férula se puede mejorar mediante el uso de materiales transpirables (diseños perforados) y un acolchado adecuado. Se aconseja realizar revisiones periódicas de la piel (cada 1-2 semanas) para abordar cualquier problema a tiempo. A pesar de estos desafíos, el tratamiento no quirúrgico evita los riesgos de la cirugía y es exitoso en la mayoría de los casos (Alla, 2014).

Vale la pena señalar que incluso la presentación tardía a veces se puede tratar con férulas. Si un paciente se presenta con unas semanas de retraso (por ejemplo, 4-6 semanas después de la lesión) pero la deformidad sigue siendo corregible de forma pasiva (sin contractura fija), una prueba de férula puede dar lugar a una mejoría. Gerberman et al. mostraron éxito con el manejo con férula de dedos en martillo que se trataron en promedio 7 semanas después de la lesión, siempre y cuando el fragmento óseo fuera pequeño (<30%). Por lo tanto, si bien el tratamiento temprano es mejor, hay cierta tolerancia en el sistema para los inicios tardíos, evitando procedimientos más invasivos si es posible (Alla, 2014).

En resumen, el tratamiento conservador con férula es el tratamiento de primera línea para la mayoría de las deformidades agudas en mazo. Cuando se aplican y mantienen adecuadamente, las férulas permiten que el tendón terminal (o fragmento óseo) sane, lo que produce excelentes resultados funcionales en la mayoría de los pacientes. La educación y el cumplimiento del paciente son primordiales para el éxito, y las complicaciones menores deben manejarse a lo largo del camino. Si la férula falla (por ejemplo, el dedo no se puede mantener en extensión o el fragmento se desplaza a pesar de la inmovilización), se consideran opciones quirúrgicas.

Manejo quirúrgico

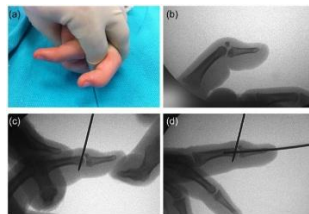
Si bien la mayoría de las lesiones en mazo se manejan con inmovilización únicamente, ciertas situaciones justifican una intervención quirúrgica. Las indicaciones absolutas para la cirugía incluyen cualquier lesión abierta en martillo (donde el tendón extensor está lacerado o avulsionado con una herida) y las fracturas en martillo con un fragmento grande que altera la estabilidad de la articulación, clásicamente, aquellas que involucran >30-35% de la superficie articular o con subluxación volar de la falange distal. El tratamiento quirúrgico tiene como objetivo volver a unir anatómicamente el tendón o fijar el fragmento de fractura, restaurando así la congruencia articular y la continuidad extensora. Otras indicaciones relativas incluyen el fracaso del tratamiento conservador y deformidades crónicas en martillo que siguen siendo significativas después de medidas no quirúrgicas. Los pacientes que no pueden tolerar la férula (p. ej., debido a necesidades ocupacionales o cumplimiento deficiente) también pueden tratarse quirúrgicamente mediante la fijación interna de la DIP en extensión (esencialmente utilizando el principio de férula interna) (Lamaris, 2017).

Se ha descrito una amplia gama de técnicas quirúrgicas, lo que refleja el desafío de fijar de manera segura una articulación y un tendón tan pequeños. La elección de la técnica a menudo depende de si hay un fragmento óseo y su tamaño, así como de la preferencia del cirujano. A grandes rasgos, las técnicas se pueden dividir en métodos de fijación percutánea cerrada y métodos abiertos de reparación o fijación.

La fijación de bloqueo de extensión (reducción cerrada con alambres KW), es un método percutáneo popular, especialmente para fracturas óseas de mazo. Descrito por primera vez por Ishiguro et al., y como se observa en la figura 17, consiste en insertar un alambre K percutáneamente como bloqueador dorsal para empujar el fragmento avulsionado hacia abajo en su lugar y mantener la inserción del tendón reducida. Típicamente, bajo fluoroscopia, un alambre K se introduce oblicuamente en la cara dorsal de la falange media distal, justo proximal al fragmento de fractura, actuando efectivamente como un contrafuerte para reducir el fragmento a medida que se extiende la DIP. Una vez que el fragmento se reduce contra la falange distal, se pasa un segundo alambre K longitudinalmente a través de la unión DIP, desde la falange distal hasta la falange media, fijando la unión en extensión y asegurando el fragmento en su lugar. El primer alambre de "bloqueo" evita que el fragmento se vuelva a desplazar dorsalmente, mientras que el segundo alambre mantiene la extensión completa. Esta técnica evita una incisión abierta y ha mostrado muy buenos resultados. Por lo general, los alambres se dejan durante 6 semanas, luego se retiran. Una variación llamada técnica del "mango del paraguas" utiliza un solo alambre K doblado en forma de U para bloquear el fragmento y fijar la unión, lo que permite cierta movilidad inmediata. La fijación percutánea es mínimamente invasiva, pero requiere precisión; las complicaciones pueden incluir infección del tracto de pin o deslizamiento del fragmento si no se coloca adecuadamente. (Lamaris, 2017)

Figura 17.

Manejo quirúrgico cerrado de la lesión del dedo en martillo óseo.



Nota: Un niño de 13 años fue remitido a la clínica 1 semana después de sufrir una lesión de hiperflexión en su dedo medio derecho mientras jugaba fútbol. En la exploración, se observó que tenía dolor a la palpación y edema en la cara dorsal de la falange distal, una deformidad en flexión, así como una pérdida completa de la extensión activa de la articulación interfalángica distal (a). En las pruebas de imagen se encontró que presentaba una Mallet óseo que afectaba el 50% de superficie articular asociado a un desplazamiento del fragmento hacia dorsal, sin subluxación volar del fragmento distal (b). Con base en la extensión de la lesión que afectaba a más del 30% de la superficie articular y después de discutirla con la familia, se decidió proceder con una reducción cerrada y fijación percutánea de la fractura. En el momento de la operación, inicialmente se colocó un alambre K de bloqueo de extensión, que ingresaba por la falange media dorsal justo detrás del fragmento de fractura, manteniendo el fragmento y el tendón extensor en su posición. La falange distal se extendió para reducir el fragmento dorsal (c). A continuación, se colocó un alambre K a través de la falange distal, cruzando la articulación interfalángica para asegurar la reducción. (d). El postoperatorio transcurrió sin complicaciones y el paciente recuperó una excelente función tras la retirada de los hilos percutáneos a las 6 semanas de inmovilización de la articulación (Lamaris, 2017).

En los casos que involucran un fragmento grande, especialmente si el fragmento está rotado o la fractura no se puede reducir de forma cerrada, se puede adoptar un enfoque abierto. A través de una incisión dorsal en la DIP, el cirujano visualiza el fragmento y la articulación. A continuación, el fragmento se puede fijar con un alambre K o tornillos bajo visión directa. Una placa de gancho es otra opción para fragmentos

más grandes. Estos proporcionan una fijación rígida y potencialmente permiten un movimiento más temprano si la fijación es estable. Sin embargo, la inserción de herrajes en un hueso tan pequeño puede ser complicada, y los herrajes prominentes pueden irritar la piel delgada sobre el DIP. También se ha descrito el cableado con banda de tensión y los alambres o suturas (Lamaris, 2017).

Las técnicas abiertas dan la ventaja de visualizar directamente y reducir anatómicamente el fragmento o tendón, pero tienden a tener tasas de complicaciones más altas, como lesiones en el lecho ungueal, infección o rigidez.

Por otro lado, en un mazo abierto (Doyle II o III, donde el tendón está lacerado), está indicada la reparación quirúrgica del tendón. Por lo general, esto implica explorar la herida, irrigarla, desbridarla y luego suturar el tendón extensor nuevamente. Debido a que el tendón terminal es muy delgado, se usa una sutura no absorbible 4-0 o 5-0 para aproximarlos (se puede incorporar la piel, una técnica llamada tenodermodesis). Después de la sutura, la DIP se fija en extensión con un alambre K durante 3 semanas para proteger la reparación. Doyle describió un método para reparar el tendón y la piel en una sola capa (sutura continua) y luego simplemente inmovilizar en extensión durante 6 semanas. La idea es limitar la disección quirúrgica en esa área mediante la combinación del cierre. En cualquier caso, las lesiones abiertas se tratan con una combinación de reparación e inmovilización del tendón (férula o alambre). Deben manipularse con prontitud para minimizar el riesgo de infección y para restaurar el mecanismo extensor antes de que la cicatrización provoque un retraso en la extensión. También es importante inspeccionar y reparar el ligamento retiniano oblicuo si se encuentra interrumpido en una lesión abierta, ya que la lesión simultánea de la ORL puede contribuir a mayores déficits de extensión si no se trata (Alla, 2014).

Después de la fijación quirúrgica (ya sea percutánea o abierta), la articulación DIP generalmente se inmoviliza en extensión por 6 semanas. Si se utilizaron alambres K, se retiran alrededor de las 5-6 semanas. Si se utilizó una fijación interna rígida (tornillo/placa), el cirujano puede comenzar el movimiento activo suave a las 4 semanas. Después de la extracción del alambre K, el paciente comienza la movilización y la rehabilitación como se describe en la siguiente sección. Si un tendón se reparó sin asociar fractura, algunos cirujanos retiran el alambre K tan pronto como a las 3-4 semanas para comenzar el movimiento, pero se aseguran de que el paciente use una férula entre ejercicios hasta la semana 6. El cronograma específico puede variar, pero el principio es proteger la reparación hasta que sea lo suficientemente fuerte como para manejar las fuerzas de flexión (Lamaris, 2017).

Las técnicas quirúrgicas pueden lograr altas tasas de reparación y un dedo recto, pero vienen con tasas de complicaciones notables. En una revisión realizada por Stern y Kastrup sobre las lesiones en mazo,

la tasa de complicaciones en el grupo tratado quirúrgicamente fue del 53%, frente al 15% en los tratados con férulas. Las complicaciones quirúrgicas incluyeron infecciones del pin, deformidades de las uñas (por lesiones en la matriz germinal), irregularidad o rigidez de la superficie articular, aflojamiento o ruptura del implante y, en ocasiones, deformidad persistente si fallaba la fijación. Otro estudio informó una tasa de complicaciones de alrededor del 52% con la fijación simple de alambre K y 38% con reparación abierta. Pueden ocurrir infecciones menores, que se resuelven con antibióticos, pero pueden ocurrir unas más graves (infección profunda, osteomielitis o artritis (Alla, 2014)). Las técnicas más nuevas, como el uso de suturas o anclas para mazos crónicos, han mostrado resultados prometedores, y muchos pacientes recuperan el movimiento de la DIP completo igual al lado no lesionado (Alla, 2014).

Cabe destacar que todavía existe controversia sobre ciertas indicaciones. Cierta literatura sugiere que incluso las fracturas en martillo que involucran $>1/3$ de la superficie articular pueden desarrollarse bien sin cirugía si se mantienen reducidas en una férula. Un ensayo aleatorizado no encontró diferencias significativas en el resultado entre la férula versus la fijación interna para las fracturas en mazo, en cuanto al rango final de movimiento y la deformidad. Una revisión Cochrane (Handoll y Voghela) concluyó de manera similar que no hay evidencia suficiente para dictar una superioridad clara de la cirugía en muchos casos. Por otro lado, un estudio prospectivo reciente en 2018 destacó que cuando el fragmento de fractura ocupa de un tercio a dos tercios de la articulación, incluso si inicialmente está bien alineado, un porcentaje significativo (37%) de los tratados con férula desarrollaron posteriormente una subluxación, y aquellos con subluxación inicial tuvieron una alta tasa de fracaso con la férula sola (Savage, 2021).

En resumen, el tratamiento quirúrgico de las lesiones en mazo se reserva para las lesiones abiertas, los mazos óseos grandes e inestables y algunos casos fallidos o crónicos. Las técnicas van desde la fijación percutánea hasta la reducción abierta y la reparación del tendón, cada una con sus pros y sus contras. Cuando se realiza correctamente, la cirugía puede restaurar la anatomía y lograr excelentes resultados, pero conlleva un mayor riesgo de complicaciones que la atención conservadora. Por lo tanto, la decisión debe ser individualizada, sopesando la probabilidad de éxito de la férula frente a los riesgos de una operación.

Protocolos de rehabilitación y resultados a largo plazo

En la siguiente sección se analizan las consideraciones de rehabilitación, que son críticas tanto para los casos quirúrgicos como para los no quirúrgicos a fin de maximizar el resultado final.

Ya sea que se traten de manera conservadora o quirúrgica, las lesiones de dedos en martillo requieren una rehabilitación adecuada para recuperar el movimiento y la función mientras protegen el tendón. Los objetivos principales de la rehabilitación son mantener las ganancias logradas (tendón suturado

o fragmento fijo) y restaurar gradualmente el rango de movimiento de flexión en la DIP sin volver a lesionar el mecanismo extensor.

En un caso conservador, después de las primeras 6-8 semanas de inmovilización, generalmente se retira la férula (o se reduce su uso solo a las noches). En ese momento, el tendón extensor se ha cicatrizado lo suficiente como para sostenerlo. El paciente a menudo tiene cierta rigidez de la articulación DIP en flexión por el desuso. Se inicia un programa de ejercicios activos de rango de movimiento: se le indica al paciente que flexione cuidadosamente la articulación DIP a no más de 20-30 ° al principio, y luego la extienda, repitiendo esto varias veces al día. Durante un par de semanas, la flexión se incrementa gradualmente. Por ejemplo, un protocolo podría permitir flexionar a 30° en la semana 7, 40-50° en la semana 8, y así sucesivamente. Se continúa con una férula nocturna durante semanas 7 y 8 para mantener la extensión completa mientras se está en reposo. A las 8-10 semanas, el paciente suele utilizar el dedo en actividades ligeras, y a las 12 semanas se levantan la mayoría de las restricciones. Por lo general, el fortalecimiento per se no es necesario para el extensor terminal: el uso diario suele ser suficiente para restaurar la fuerza funcional, ya que el tendón extensor para DIP necesita principalmente resistencia para mantener la punta del dedo recta en lugar de potencia. La fuerza de agarre puede reducirse temporalmente, pero esto regresa a medida que mejora la flexión de la DIP (Alla, 2014).

La rehabilitación después de la reparación quirúrgica sigue principios similares. El control del edema y el manejo de las cicatrices son importantes en la rehabilitación postoperatoria. Los terapeutas pueden usar técnicas de masaje de cicatrices y desensibilización una vez que la incisión ha sanado.

Resultados a largo plazo

El pronóstico de las lesiones agudas por mazos en adultos suele ser muy bueno. Con el tratamiento adecuado, la mayoría de los pacientes logran un dedo funcional, sin dolor y con un rango de movimiento casi completo. Como se ha señalado, es común un ligero retraso en la extensión, pero no suele ser funcionalmente importante. De acuerdo con los criterios de Crawford, los resultados se califican como excelentes (extensión completa de la DIP, sin dolor), buenos (<10° de retraso, sin dolor), regulares (10-25° de retraso, sin dolor) o malos (>25° de retraso o dolor persistente) (Alla, 2014).

LESIONES EN ZONA 2

Las lesiones agudas del mecanismo extensor de la zona 2 se refieren al daño del aparato extensor del dedo sobre la falange media (zona II de Verdan). Estas lesiones alteran el delicado equilibrio del sistema tendinoso extensor, afectando la capacidad de extender las articulaciones interfalángicas proximales (PIP) e interfalángicas distales (DIP). Anatómicamente, una lesión de Zona 2 a menudo implica laceración de las

bandeletas laterales y el capuchón dorsal (la inserción de la bandeleta central en la base de la PIP puede permanecer intacta ya que es Zona 3). Sin embargo, cualquier daño en esta región puede perturbar la extensión sincronizada de las articulaciones PIP y DIP. Las lesiones de la zona 2 son menos comunes que las del dedo en martillo. Son importantes porque, al igual que las lesiones de la Zona 1, pueden provocar una disminución en la extensión de la articulación DIP o PIP si no se tratan adecuadamente (Beutel, 2024).

Mecanismos de lesión y fisiopatología

Los mecanismos de lesión de la zona 2 incluyen laceraciones agudas (por ejemplo, un cuchillo de cocina o un corte de vidrio), lesiones por aplastamiento, y menos común, un traumatismo cerrado. A diferencia de las lesiones en mazo de la Zona 1, que a menudo resultan de una flexión forzada repentina de la DIP (lesiones deportivas), las lesiones de la Zona 2 generalmente involucran una herida abierta debido a la ubicación subcutánea del extensor. Los cambios degenerativos son una causa poco común en la Zona 2. Si se lesiona más del 50% del ancho del tendón, el mecanismo extensor puede fallar incluso si algunas fibras permanecen intactas. Los desgarros parciales (<50%) aún pueden permitir cierta extensión, pero con dolor o retraso en la extensión. (Beutel, 2024)

La comprensión de la fisiopatología requiere repasar la anatomía extensora. En la Zona 2, las bandeletas laterales soportan la carga para la extensión de la DIP; estas se mantienen alineadas dorsalmente por el ligamento triangular. Una laceración completa del aparato extensor aquí significa que las bandeletas laterales se lesionan, lo que resulta en la pérdida de la extensión de la DIP (muy parecida a un dedo en martillo) y potencialmente debilita la extensión de la PIP. Además, las lesiones en las estructuras estabilizadoras, por ejemplo, el ligamento triangular, pueden permitir que las bandeletas laterales se subluxen hacia volar. Esta migración volar de las bandeletas laterales imita la fisiopatología de una deformidad de Boutonnière: la PIP tiende a flexionarse progresivamente y la DIP se hiperextiende con el tiempo. Por lo tanto, una lesión de Zona 2 no tratada o mal manejada podría evolucionar a una postura similar a la de Boutonnière semanas después debido a una disfunción secundaria de la bandeleta central (Colzani, 2016).

Como se dictó previamente, los pacientes con una lesión aguda del mecanismo extensor de la zona 2 suelen presentar una incapacidad de extender completamente la articulación PIP y/o DIP como sello distintivo. Al examen físico, los hallazgos clave incluyen: una articulación DIP flexionada; el paciente no puede extender activamente si se interrumpen las bandeletas laterales, y posiblemente alguna pérdida de la extensión activa de la PIP si la lesión también atenuó la bandeleta central. El examinador debe probar la integridad del mecanismo extensor aislando las articulaciones: estabilizar la PIP en flexión y solicitarle al

paciente que extienda la DIP. La incapacidad para hacerlo sugiere una ruptura del tendón terminal (Zona 1/2). Por el contrario, la prueba de Elson (comúnmente utilizada para lesiones de Zona 3) puede ayudar a garantizar que la bandeleta central esté intacta; ésta se describirá seguidamente en la sección de lesiones de la Zona 3. En la práctica, en lesiones de Zona 2, la prueba de Elson suele ser normal y el déficit se encuentra principalmente en la DIP (Colzani, 2016).

Imágenes y hallazgos médicos

La evaluación radiográfica (rayos X) es un complemento importante en las lesiones del mecanismo extensor. Se deben obtener radiografías estándar de mano/dedo (AP y vistas laterales) para buscar cualquier fractura por avulsión o lesiones óseas asociadas con la lesión del tendón. Si bien las lesiones de la Zona 2 suelen ser laceraciones puras de tejidos blandos, es posible tener un pequeño fragmento óseo si la bandeleta lateral avulsionó un fragmento de la falange distal o si hay una fractura por impactación por el traumatismo. La radiografía es más rutinariamente crítica en las lesiones de mazo de Zona 1.

La ecografía (US) y la resonancia magnética (RMN) pueden visualizar directamente los tendones extensores y son particularmente útiles cuando el diagnóstico no está claro o cuando se planifica una cirugía para lesiones complejas. La ecografía de alta resolución es una herramienta accesible y rentable para evaluar la continuidad del tendón. La ecografía dinámica permite al examinador ver el movimiento (o espacio) del tendón extensor durante el movimiento de los dedos; ha demostrado una excelente precisión para detectar laceraciones del tendón extensor. En un estudio cadavérico, la ecografía dinámica logró una sensibilidad y especificidad del 100% para identificar laceraciones del tendón extensor, superando con creces a las imágenes estáticas. (Dezfuli, 2016)

La resonancia magnética, por otro lado, proporciona una vista anatómica detallada tanto del tendón como del tejido blando circundante (ligamentos, cápsulas articulares). Sin embargo, en el contexto de las lesiones del mecanismo extensor de los dedos, la resonancia magnética suele ser menos práctica debido al costo y a las pequeñas estructuras implicadas. De hecho, la evidencia reciente sugiere que, para las lesiones del mecanismo extensor, el ultrasonido puede ser más confiable: en un estudio de lesiones crónicas de la mano, el ultrasonido tuvo una precisión del 84% para las rupturas del tendón extensor, mientras que la precisión de la resonancia magnética fue solo del 47%. Esta disparidad se atribuyó al tejido cicatricial que alteraba la anatomía en los casos crónicos (Bezirgan, 2023).

Es importante señalar que las laceraciones agudas directas de la Zona 2 a menudo se diagnostican clínicamente y se manejan sin imágenes avanzadas, especialmente cuando la lesión es abierta y visible. Las imágenes se vuelven más cruciales en lesiones cerradas (para confirmar el diagnóstico) o en

traumatismos complejos (para mapear todas las estructuras lesionadas). Para completar, si la articulación PIP está comprometida o si se sospecha una avulsión, las imágenes de la articulación también pueden detectar subluxaciones sutiles o fragmentos intraarticulares. Estos hallazgos guiarán si la lesión se puede tratar de manera conservadora o requiere intervención quirúrgica.

Manejo conservador

No todas las lesiones del mecanismo extensor de la Zona 2 requieren cirugía: el tratamiento no quirúrgico está indicado en casos seleccionados. Por lo general, el tratamiento conservador se reserva para las laceraciones parciales del tendón (<50% del ancho del tendón) cuando el paciente aún puede extender activamente la PIP, aunque sea en forma deficiente. Además, algunas lesiones cerradas (sin discontinuidad del tendón extensor) se tratan de forma conservadora, como una avulsión parcial de la bandeleta central. La indicación es que no debe haber un retraso significativo en la extensión de la PIP. (Beutel, 2024)

Las técnicas de inmovilización para las lesiones de la Zona 2 son similares a las utilizadas para los dedos en martillo (Zona 1) con algunas modificaciones. Un método común es utilizar una férula estática que mantiene las articulaciones PIP y DIP en extensión. Para una laceración pura de Zona 2 (falange media) con la bandeleta central intacta, puede ser suficiente inmovilizar la articulación DIP en extensión completa y permitir que la articulación PIP esté libre (para evitar la rigidez PIP) (Chinchalkar, 2019). La duración de la inmovilización es crucial: por lo general, se recomiendan 6 semanas de férula continua. Durante este periodo, la férula debe usarse todo el tiempo, e incluso se desaconseja la extracción o flexión breve de la articulación. Después de las 6 semanas, si se recupera la extensión activa, al paciente se le permite gradualmente el movimiento y se cambia a la férula de extensión nocturna durante 2 semanas como precaución (Evans, 2018). El cumplimiento es un desafío bien conocido en el tratamiento conservador del tendón extensor. En algunos casos, si el cumplimiento es dudoso, como en un paciente que no coopera o en un paciente pediátrico, el cirujano puede optar por inmovilizar percutáneamente la articulación DIP en extensión con un alambre K.

Los resultados funcionales del tratamiento conservador pueden ser muy buenos si se sigue el régimen. Sin embargo, existe el riesgo de un retraso residual en la extensión de la DIP o una ligera contractura en flexión. Aun así, estos resultados suelen ser funcionalmente aceptables. Si un paciente no mejora con la férula, por ejemplo, el retraso en la extensión permanece >30° después de la inmovilización, se puede indicar una cirugía para reparar o reconstruir el tendón. En resumen, las indicaciones para el tratamiento no quirúrgico se seleccionan cuidadosamente y, cuando se cumplen esos criterios, la férula es un método de bajo riesgo que evita la cirugía y, con frecuencia, produce buenos resultados, siempre que se

tenga un cuidado meticuloso para mantener la inmovilización. El movimiento temprano está contraindicado en estas zonas distales, a diferencia de algunos protocolos de lesiones de extensores proximales. Por lo tanto, la paciencia y el cumplimiento son clave para el tratamiento conservador de las lesiones extensoras de la zona 2 (Beutel, 2024).

Manejo quirúrgico

Cuando una lesión del tendón extensor de la zona 2 es completa o significativa, o cuando el tratamiento conservador no es factible, se indica el tratamiento quirúrgico. Las indicaciones para la cirugía incluyen: >50% de laceración del tendón, una discontinuidad completa del tendón, lesiones con afecciones asociadas como grandes fracturas por avulsión o inestabilidad articular, y tratamiento conservador fallido. La cirugía también es la opción en casos de lesiones abiertas en las que los extremos del tendón son visibles y puede haber ocurrido una retracción: la reparación primaria en el momento de la lesión generalmente produce los mejores resultados. En las lesiones crónicas de la Zona 2, puede ser necesaria una intervención quirúrgica (tenólisis, injerto de tendón o reconstrucción) para restaurar la extensión (Beutel, 2024).

Las técnicas quirúrgicas para las lesiones extensoras de la zona 2 tienen como objetivo restablecer la continuidad y el deslizamiento del tendón, al tiempo que minimizan el trauma adicional de los tejidos. Las técnicas comunes se discutirán a continuación.

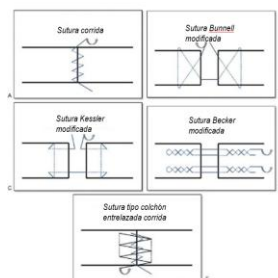
La primera técnica es la reparación primaria del tendón: esta consiste en la sutura directa de extremo a extremo del tendón. Debido a que el tendón extensor en la zona 2 es delgado y plano (alrededor de 0,5-1 mm de grosor), las técnicas de sutura central utilizadas en los tendones flexores (como un punto de Kessler) no se recomiendan. Se recomienda una sutura tipo colchón horizontal corrida o entrelazada a lo largo del ancho del tendón con sutura fina no absorbible (5-0 o 6-0), como se observa en la figura 18. Luego se coloca una sutura epitendinosa en forma de ocho o en punto de cruz para aproximar los bordes del tendón de forma segura. La fijación temporal con alambre de Kirschner (alambre K) de la articulación DIP en extensión se puede agregar después de la reparación, actuando como una "férula interna" para descargar la tensión durante la cicatrización. (Colzani, 2016) El tratamiento correcto de las heridas abiertas incluye la limpieza profunda del sitio de la lesión, la exploración de las estructuras anatómicas y la reparación de las lesiones. La administración de profilaxis antibiótica es necesaria para heridas que han permanecido abiertas durante más de 24 horas o en caso de lesiones muy contaminadas. En general, la reparación del tendón extensor debe realizarse lo antes posible y, por lo general, dentro de 1 semana desde el traumatismo. Se debe tener en cuenta la característica anatómica del tendón en el sitio de la lesión para planificar el método y la configuración adecuada de la sutura. El grosor del tendón puede permitir una sutura central en la muñeca y

en el dorso de la mano, pero distal a la articulación metacarpofalángica los tendones se estrechan y esta sutura puede ser difícil de realizar. En tales condiciones se puede elegir una técnica de sutura continua (figura 18A). Los estudios biomecánicos realizados por Newport et al demostraron que las técnicas de Kleinert y Kessler modificadas con un 4-0 (Prolene) eran los métodos de sutura central más fuertes para la reparación del tendón extensor en las zonas 4 y 6. En estudios posteriores, la técnica de Becker modificada (figura 18D) también se ha probado para lesiones del tendón extensor de la zona 4, lo que demuestra que es un método fiable y biomecánicamente eficaz de sutura. En un estudio cadavérico, la sutura Becker modificada mostró propiedades mecánicas superiores para soportar cargas en comparación con las técnicas de punto de cruz de dos y tres hebras. Recientemente, Lee et al compararon la resistencia de la técnica de sutura modificada de Bunnell y Becker con una sutura entrelazada que combina una sutura de tendón extensor de colchón en corrida y otra entrelazada, como se observa en la figura 18E. Esta técnica se realiza rápidamente y permite una movilización precoz, gracias a las propiedades biomecánicas favorables que sugieren que esta sutura puede ser una configuración ideal para la reparación de tendones extensores en la Zona 2 (Colzani, 2016).

Figura 18.

Tipos de sutura para manejo de lesiones de mecanismo extensor:

(A) *Sutura corrida.* **(B)** *Sutura Bunnell modificada.* **(C)** *Sutura Kessler modificada.* **(D)** *Sutura Becker modificada.* **(E)** *Sutura tipo colchón entrelazada corrida.*



Nota: (Colzani, 2016)

La segunda técnica quirúrgica descrita es el injerto de tendón. Esta se indica cuando hay un segmento en el tendón extensor que impide la reparación de extremo a extremo sin tensión excesiva, por ejemplo, si se perdió un segmento de tendón en un traumatismo o un caso crónico en el que los extremos se han cicatrizado y retraído, un injerto de tendón puede salvar el defecto. Una opción común es el autoinjerto de tendón palmar largo. En la Zona 2 específicamente, los segmentos suelen ser pequeños, pero si hay una separación de >1 cm, se recomienda colocar un injerto. porque incluso un espacio de 1 mm

puede resultar en una pérdida de extensión notable debido a la excursión limitada del extensor. También, se han descrito técnicas como un “colgajo local hacia abajo” (se utiliza parte del mismo tendón o bandeleta lateral) para los espacios terminales del tendón. El injerto proporciona sustancia tendinosa, pero requiere dos sitios de sutura y tiene riesgo de morbilidad en el sitio donante. En el caso de las lesiones extensas, a veces se realiza una reconstrucción por etapas (utilizando una varilla de silicona temporal y luego un injerto de tendón: Técnica de Paneva-Holevich), aunque esto se utiliza de forma más frecuente en las lesiones de los tendones flexores (Turker, 2015).

Con respecto al aumento con implantes biológicos o sintéticos, los tratamientos emergentes incluyen el uso de andamios biológicos (como envolturas de matriz de colágeno o matriz dérmica acelular) para reforzar la reparación o para reemplazar secciones de tendón. Si bien las reparaciones del tendón flexor han tenido algún uso de estos, en los tendones extensores es menos común pero conceptualmente similar: un andamio puede cerrar una brecha o fortalecer una línea de sutura, promoviendo el crecimiento del tejido. Los implantes de tendones sintéticos, por ejemplo, tendones de poliéster trenzados, se han explorado para defectos grandes. Un estudio sugiere que los injertos de tendones sintéticos pueden ser una alternativa en las pérdidas masivas de tendones de la mano cuando el autoinjerto no está disponible, como se observa en la figura 19. Los injertos vascularizados son otra opción avanzada. Por ejemplo, un segmento del aparato extensor de un dedo del pie se ha utilizado experimentalmente para reconstruir el mecanismo extensor de un dedo. Estos enfoques novedosos generalmente se reservan para casos complejos (por ejemplo, lesión de Zona 2 con pérdida de piel y pérdida de tendón) donde la reparación estándar es insuficiente. Siguen siendo áreas de investigación en curso, el objetivo es mejorar la cicatrización, la fuerza y el deslizamiento, al tiempo que se reducen las adherencias (Abdullah, 2015).

Figura 19.

Implante textil sintético utilizado para reconstruir la pérdida masiva del tendón extensor.



Nota: (Abdullah, 2015)

Después de la reparación quirúrgica, el tendón corre el riesgo de adherencias cicatriciales, por lo tanto, los cuidados postoperatorios son críticos. Por lo general, el dedo se inmoviliza en extensión (con una férula o alambre K) durante 4 a 6 semanas para proteger la reparación. Sin embargo, hay un equilibrio que

se debe de mantener: demasiado tiempo inmovilizado y las articulaciones se vuelven rígidas y el tendón cicatriza; si se produce un movimiento demasiado temprano, la reparación podría romperse. Se ha descrito que una gran frecuencia de cirujanos peca de precavidos para el manejo postoperatorio de las zonas 1 y 2 (dado el tendón delgado y el alto riesgo de ruptura), manteniéndolos inmovilizados a tiempo completo durante aproximadamente 6 semanas. Algunos protocolos más nuevos abogan por el movimiento controlado un poco más temprano (después de 3-4 semanas) si la reparación es fuerte, pero esto sigue siendo individualizado. Además, si se colocó un alambre K, generalmente se retira alrededor de las 4-6 semanas y comienza el movimiento luego. La terapia de mano se inicia tan pronto como es seguro (a menudo a las 4-6 semanas) para recuperar la flexión gradualmente mientras se mantiene la extensión (Mehdinasab, 2012).

Técnicas y avances emergentes

En la última década, la investigación se ha centrado en mejorar los resultados de la reparación del tendón extensor. Un área de innovación es la técnica de sutura. Las puntadas simples tradicionales están siendo reemplazadas por configuraciones de múltiples hebras que sujetan mejor los tendones extensores delgados. Un estudio reciente introdujo la sutura "Running Interlocking Horizontal Mattress (RIHM)" como un nuevo método para los tendones extensores, lo que permite una movilización temprana. Esta técnica "entrelaza" eficazmente los extremos del tendón con una puntada entrelazada continua. En un ensayo aleatorizado, las reparaciones de RIHM tuvieron resultados significativamente mejores que las reparaciones de Kessler modificadas: 53% de resultados excelentes y 47% buenos con RIHM frente a resultados en su mayoría regulares con el método tradicional. No se produjeron rupturas de tendones a pesar del movimiento controlado temprano, lo que indica la promesa de reparaciones más fuertes. Tales avances abordan el desafío de que los tendones extensores son muy delgados en las zonas 2-4 (alrededor de 0.65 mm de grosor distal a la articulación MCP), y con esta sutura propuesta, se distribuye la tensión a través de un área más grande del tendón (Shaju, 2021).

Otra área emergente son los productos biológicos para mejorar la cicatrización de los tendones. Se están explorando técnicas como las inyecciones de plasma rico en plaquetas (PRP) en el sitio de reparación para acelerar potencialmente la cicatrización y mejorar la calidad de la reparación (al administrar factores de crecimiento al tendón). Si bien la evidencia definitiva en los tendones extensores es limitada, los primeros informes en lesiones de tendones sugieren que el PRP podría reducir el tiempo de cicatrización y mejorar el dolor. Los andamios de ingeniería tisular que imitan la estructura del tendón (por ejemplo, mallas de colágeno o nanofibras) se han investigado en entornos de laboratorio. La idea es envolver la reparación con un andamio biocompatible sembrado con quizás células o factores para fomentar una reparación más fuerte y

sin adherencias. Todavía no son el tratamiento estándar, pero la investigación en curso en ingeniería de tejidos tendinosos podría traducirse en tratamientos mejorados para zonas como la Zona 2, donde el margen de error (dado el pequeño tamaño del tendón) es escaso (Longo, 2012).

Por último, las innovaciones en la rehabilitación, como la "férula de movimiento relativo", han comenzado a influir en el cuidado del tendón extensor. Se trata de una férula de yugo que mantiene el dedo lesionado ligeramente extendido en relación con los dedos adyacentes, lo que permite el movimiento activo de la mano mientras protege el tendón lesionado. Se ha utilizado con éxito en reparaciones de zonas 4-7 para permitir el movimiento activo inmediato de los dedos: el protocolo "mIRAM" o su traducción al español: mICAM – movimiento activo controlado inmediato modificado). Para las zonas distales (1-3), su uso es más cauteloso, pero se están probando versiones modificadas para acortar el tiempo de inmovilización. El efecto neto de todas estas estrategias emergentes es la posibilidad de un retorno más temprano de la función y una reducción de las complicaciones. Si bien los principios básicos de la reparación del tendón extensor (aposición precisa de extremo a extremo, cicatrización protegida) permanecen, es probable que el futuro depare materiales de sutura mejorados, dispositivos de aumento y terapias biológicas que mejorarán aún más los resultados de las lesiones de la Zona 2 (Svens, 2015).

Protocolos de Rehabilitación y Recuperación Funcional

La rehabilitación después de una lesión del tendón extensor de la zona 2 (ya sea tratada de manera conservadora o quirúrgica) es crucial para un buen resultado. Los objetivos son restaurar el rango de movimiento, la fuerza y la función mientras se evita volver a lesionarse o dejar adherencias. La rehabilitación debe adaptarse al tratamiento: un paciente con férula necesitará una movilización gradual, mientras que un paciente postoperatorio seguirá un protocolo que equilibre la protección y el movimiento.

En la fase inicial (de 0 a 6 semanas para la mayoría de las reparaciones de la Zona 2), se mantiene la inmovilización en extensión (a través de una férula o un yeso, o una transfixión con alambre K). Durante este tiempo, un terapeuta de mano se centrará en el control del edema, el cuidado de las heridas y el mantenimiento de la movilidad de las articulaciones no afectadas. Las articulaciones adyacentes no incluidas en la férula (por ejemplo, la muñeca y las articulaciones MCP si solo se inmoviliza el dedo) deben moverse regularmente para evitar la rigidez y mejorar la circulación. Si la PIP está libre durante la férula que inmoviliza la DIP, se recomienda al paciente que flexione y extienda suavemente la articulación PIP (mientras mantiene la DIP extendida) para evitar la contractura de la PIP (Colzani, 2016).

Una vez que ha pasado el período de cicatrización inicial (comúnmente a las 6 semanas para la Zona 2), la férula se retira gradualmente y comienzan los ejercicios suaves y activos de rango de movimiento.

Un protocolo de rehabilitación típico en esta etapa hará que el paciente haga ejercicios de extensión activa y flexión pasiva. Por ejemplo, se le puede indicar al paciente que apoye el dedo y doble activamente un poco la DIP y luego la extiende, aumentando gradualmente el arco de flexión con el tiempo. Si hubo además una lesión de la bandeleta central (zona 3), se debe de evitar la flexión forzada de la PIP desde el principio; pero en una lesión de zona 2 pura, la flexión DIP es lo principal que hay que introducir cuidadosamente. Con frecuencia se utiliza un ejercicio de tenodesis: con la muñeca flexionada, los dedos se extienden naturalmente (quitando tensión a los extensores), y con la muñeca extendida, los dedos se flexionan, lo que puede movilizar suavemente el tendón sin resistencia directa (Colzani, 2016).

De 6-8 semanas después, se puede permitir una flexión más activa y se comienza a usar ligeramente la mano en las actividades diarias, evitando aún una fuerte resistencia. Una férula de extensión nocturna se usa comúnmente hasta aproximadamente 8-12 semanas después de la lesión para una protección adicional.

A partir de las 8-12 semanas, la atención se centra en el fortalecimiento y el uso funcional. En este punto, el riesgo de ruptura es bajo y la cicatrización del tendón es adecuada. Los pacientes comienzan ejercicios de fortalecimiento de agarre y pellizco, exprimir masilla y estiramientos de flexión más agresivos si es necesario para recuperar la flexión perdida. Se observa que las lesiones de las zonas 1-2 a menudo tienen más pérdida de flexión que pérdida de extensión en el seguimiento final (Dalton, 2024). El manejo de la cicatriz en el dorso también es importante: los terapeutas pueden realizar masajes de cicatrices, usar ultrasonido o gel de silicona para suavizar la cicatriz, ayudando a que el tendón se deslice debajo de la piel. Si el tendón tiene adherencias, el paciente puede extender bien pero no puede flexionar completamente porque el tendón no se desliza, se realizan ejercicios específicos de deslizamiento. Por ejemplo, los ejercicios de bloqueo (sostener una articulación y mover la otra) pueden ayudar a aislar el movimiento y romper las adherencias leves. En casos difíciles, se pueden aplicar férulas de flexión dinámica para mejorar la flexión de la articulación.

Un aspecto especializado de la rehabilitación para las lesiones extensoras es el uso de la férula de movimiento relativo (RMS) en la fase activa temprana para ciertas zonas. Si bien su aplicación principal es en las zonas 5-7 con un movimiento activo inmediato, algunos terapeutas lo adaptan para las zonas 2-4 una vez que la cicatrización inicial está asegurada. El RMS mantiene el dedo lesionado en una ligera hiperextensión en la MCP en relación con los demás, lo que relaja el tendón extensor en la PIP/DIP, permitiendo que esas articulaciones se flexionen más libremente con menos tensión. Esta técnica ya antes mencionada, conocida como protocolo mICAM, ha demostrado buenos resultados en la reducción de las

adherencias y la mejora del movimiento sin aumentar el riesgo de ruptura para los casos apropiados. Para una lesión de Zona 2, la RMS puede usarse después de 4-6 semanas para permitir un movimiento más temprano de la PIP / DIP mientras el extensor aún está protegido a nivel de MCP.

Cronología de la recuperación funcional

La mayoría de los pacientes con reparaciones de extensores de zona 2 pueden esperar recuperar el uso funcional de la mano alrededor de 10-12 semanas después de la lesión. Las tareas ligeras (escribir) a menudo son posibles a las 6-8 semanas. A los 3 meses, se pueden considerar tareas y deportes más pesados si la fuerza ha regresado. La recuperación completa de la fuerza (fuerza de agarre igual a la del lado no lesionado) puede tardar de 3 a 6 meses. A lo largo de la rehabilitación, la prevención de complicaciones es clave: las adherencias de los tendones (que limitan la flexión) se abordan con los ejercicios anteriores; la rigidez de la articulación (particularmente la PIP) se previene mediante el movimiento temprano. Si a los 3-4 meses persisten limitaciones significativas (por ejemplo, la PIP no puede flexionarse o hay un retraso en la extensión $>30^\circ$ a pesar del tratamiento), se podría considerar un procedimiento secundario como la tenólisis o incluso la reconstrucción del tendón. Sin embargo, con los protocolos modernos, la tenólisis es poco frecuente. (Mehdinasab, 2012).

La educación del paciente también es parte de la rehabilitación. Se debe enseñar al paciente cómo realizar ejercicios en casa de manera segura, cómo proteger el dedo durante las actividades diarias y establecer expectativas de que cierta pérdida de movimiento es normal. Está documentado que incluso las reparaciones de extensores bien rehabilitadas pueden no volver exactamente al movimiento anterior a la lesión; pero el objetivo es conseguir una mano que sea funcional para el uso diario y que esté libre de deformidades o retrasos significativos.

Pronóstico y resultados clínicos

El pronóstico de las lesiones del mecanismo extensor de la zona 2 en adultos es generalmente bueno, especialmente cuando se manejan adecuadamente, pero no sin algunos efectos residuales. En comparación con las lesiones del tendón flexor, las lesiones del tendón extensor históricamente recibieron menos atención, sin embargo, los estudios muestran que pueden conducir a déficits funcionales notables si no se tratan de manera óptima (Colzani, 2016). Con el tratamiento adecuado (férula o reparación + rehabilitación), la mayoría de los pacientes recuperan la extensión casi completa del dedo afectado y la flexión útil, aunque es posible que no alcancen el rango exacto de la mano no lesionada.

Un hallazgo consistente es que las lesiones de la zona extensora distal (zonas I-II) tienen una tendencia hacia el retraso residual de la extensión y la pérdida de flexión más que las lesiones proximales. En una serie clínica, los resultados en las zonas I y II fueron los menos favorables entre las zonas extensoras,

probablemente debido a la compleja anatomía y a la limitada excursión en estas zonas que conduce al acortamiento del tendón y a la adherencia de las cicatrices (Mehdinasab, 2012). Otro estudio reciente encontró que, aunque la pérdida de extensión final fue mínima (en promedio solo un par de grados) en las reparaciones de las zonas 1-4, la flexión final lograda fue significativamente menor en las reparaciones de la zona distal: arco de flexión total 141° para las zonas 1-4 vs 195° para las zonas 5-8. Esto indica una tendencia hacia cierta rigidez PIP/DIP en las lesiones más distales. Estas diferencias suelen ser menores y compatibles con el funcionamiento normal de la mano (unos pocos grados de retraso con frecuencia no se notan en las tareas cotidianas) (Dalton, 2024).

Comparación de los resultados conservadores frente a los quirúrgicos

En el caso de los dedos en martillo (zona 1), la evidencia sugiere que la colocación de una férula produce resultados comparables a los del manejo quirúrgico en la mayoría de los casos. En las laceraciones de la Zona 2, hay menos controversia: una ruptura completa requiere cirugía, mientras que una ruptura parcial, se puede manejar con inmovilización con férula si se cumplen los criterios. Una reparación primaria oportuna seguida de terapia a menudo conduce a resultados excelentes o buenos en el 85-90% de los pacientes en centros experimentados (Mehdinasab, 2012).

En términos de resultados informados por los pacientes, las lesiones del tendón extensor pueden afectar las puntuaciones específicas de la mano, como el DASH (Discapacidades del brazo, el hombro y la mano) o QUICK-DASH, pero generalmente solo de manera leve si se trata de una lesión aislada. Los pacientes pueden informar alguna dificultad con tareas que requieren un control de extensión fina o un agarre fuerte si el dedo lesionado está rígido. Por ejemplo, un ligero retraso en la extensión puede dificultar el estiramiento completo del dedo para deslizarlo en un espacio reducido, y la rigidez de la PIP podría afectar la formación de un puño apretado alrededor de los objetos. Sin embargo, muchos pacientes se adaptan y califican su función como satisfactoria. La fuerza de agarre a menudo vuelve a ser casi normal; algunos estudios no informan diferencias significativas en la fuerza de agarre final entre los pacientes con reparación de extensores y las personas no lesionadas (aunque el agarre se puede reducir si se lesionaron varios dedos) (Colzani, 2016).

Las complicaciones que afectan negativamente los resultados incluyen: retraso persistente en la extensión (si >20-30°, puede afectar la destreza o ser cosméticamente preocupante), deformidades de cuello de cisne o Boutonnière, y adherencias que limitan la flexión (lo que dificulta el agarre). Afortunadamente, la incidencia de complicaciones mayores es baja con el tratamiento moderno (Colzani, 2016).

En resumen, el pronóstico a largo plazo para un adulto con una lesión aguda del extensor de la Zona 2 suele ser favorable: se puede esperar que el dedo tenga una apariencia y función casi normales, con una ligera pérdida de movimiento como máximo. A los 3-4 meses después de la lesión, la mayoría de los pacientes han regresado a sus actividades habituales, y muchos regresan al trabajo sin mayores restricciones (Shaju, 2021). Los factores críticos para lograr un buen pronóstico son el diagnóstico preciso, el tratamiento inicial adecuado (férula frente a reparación según se indique) y la adherencia a un programa de rehabilitación estructurado. Con estos en su lugar, las complicaciones se pueden minimizar y el mecanismo extensor puede sanar lo suficiente como para restaurar la capacidad de extensión de la mano, lo que permite a los pacientes evitar los resultados incapacitantes que eran comunes en la era anterior a las rigurosas técnicas de reparación de tendones. La investigación en curso y las terapias avanzadas prometen mejorar aún más los resultados, lo que posiblemente conduzca a reparaciones más fuertes que permitan un movimiento más temprano e incluso menos rigidez. Por ahora, una lesión extensora de la Zona 2 meticulosamente manejada puede esperar una cicatrización con solo déficits funcionales mínimos en la mayoría de los casos, lo que valida la importancia de los principios descritos en esta revisión. (Shaju, 2021)

LESIONES EN ZONA 3: DEFORMIDAD DE BOUTONNIÈRE

Definición y antecedentes anatómicos

Las lesiones agudas del mecanismo extensor de la zona 3, comúnmente conocidas como deformidades de Boutonnière, implican la interrupción de la bandeleta central del tendón extensor del dedo en la articulación interfalángica proximal (PIP). Esta lesión da lugar a una deformidad característica: la articulación PIP está flexionada y la articulación interfalángica distal (DIP) está hiperextendida. La deformidad de Boutonnière puede surgir de un traumatismo agudo (flexión forzada o laceración del dorso del dedo) o de afecciones crónicas como la artritis reumatoide (AR) que conducen a la debilitación de la bandeleta central (Binstead, 2023).

En una lesión de Boutonnière, la bandeleta central se desgarrar o avulsiona de la falange media, frecuentemente junto con un desgarro del ligamento triangular, lo que permite que las bandeletas laterales se desplacen volar al eje de la PIP. Esto produce un desequilibrio: la articulación PIP es deformada a la flexión (debido al tendón flexor ahora sin oposición) y la articulación DIP es deformada a la hiperextensión (porque las bandeletas laterales, ahora volar, actúan como una cuerda que tensa la falange distal). El término "boutonnière" (ojal en francés) se origina en la aparición de la cabeza de la falange proximal "abotonada" a través del mecanismo extensor dividido cuando se interrumpe la bandeleta central. La figura 20 se ilustra el mecanismo extensor normal y los cambios que ocurren con una lesión de Zona 3 antes mencionados. Sin

intervención, los cambios secundarios empeoran la deformidad: el ORL se contrae con el tiempo, limitando aún más la flexión de la DIP y fijando la hiperextensión en la DIP (Binstead, 2023).

Figura 20.

Deformidad de Boutonniere.



Nota: (Binstead, 2023)

Mecanismos de lesión y fisiopatología

En las lesiones traumáticas agudas de Boutonnière, el mecanismo típico es una flexión forzada de la articulación PIP mientras se está extendiendo activamente, como cuando una pelota u otro objeto golpea la punta del dedo y hace que la PIP se flexione bruscamente. También pueden ser el resultado de laceraciones dorsales abiertas o incluso quemaduras de espesor completo sobre la PIP. Además, las deformidades de Boutonnière son una complicación clásica de la artritis reumatoide: la sinovitis crónica puede causar la ruptura por desgaste de la bandeleta central, y hasta el 50% de los pacientes con AR desarrollan una deformidad de Boutonnière en al menos un dedo a lo largo de la enfermedad. Ocasionalmente, una luxación o fractura de la articulación PIP (particularmente una luxación PIP hacia volar) puede lesionar la bandeleta central. Es importante recalcar que, en lesiones cerradas, la deformidad completa puede no ser clínicamente evidente inicialmente: las bandeletas laterales y el capuchón extensor intacto aún pueden extender la PIP hasta cierto grado justo después de la lesión; sin embargo, a lo largo de 1 a 3 semanas, esas bandeletas laterales se subluxan gradualmente (porque el ligamento triangular está desgarrado o atenuado) y surge la clásica postura de Boutonnière. Esta deformidad tardía es la razón por la que las lesiones de Boutonnière a veces se pasan por alto en entornos de emergencia si no se realiza un examen cuidadoso (Bas, 2022).

Independientemente de la causa, el impacto en la función de la mano es significativo: la pérdida de la extensión PIP activa y la postura fija del dedo pueden afectar el agarre, la destreza y la capacidad de realizar las tareas diarias. Esto subraya la necesidad de un reconocimiento rápido y un tratamiento adecuado para restaurar la continuidad de los extensores y prevenir las contracturas articulares permanentes (Binstead, 2023).

Con respecto a la fisiopatología, el rasgo distintivo de la deformidad de Boutonnière es la pérdida de la fuerza de extensión de la bandeleta central en la falange media combinada con la migración volar de

las bandeletas laterales. Cuando la bandeleta central se rompe y el ligamento triangular dorsal es insuficiente, las bandeletas laterales se deslizan hacia la palma de la mano (volar) a nivel de la PIP. Como resultado, estas bandeletas laterales (junto con las lumbricales y los interóseos) actúan como flexores de la PIP en lugar de extensores, porque ahora están volar al eje de la articulación PIP. En consecuencia, la PIP se deforma en flexión y no se puede extender activamente. Distalmente, la tensión en las bandeletas laterales se desplaza a la articulación DIP: dado que las bandeletas laterales aún se insertan en el tendón extensor terminal, su desplazamiento volar causa paradójicamente una hiperextensión de la DIP. Inicialmente, después de una lesión, la PIP puede tener una incapacidad para extenderse completamente, pero es posible que aún no se haya fijado en flexión; la DIP puede estar ligeramente extendida, pero sigue siendo flexible. Con el tiempo, los cambios secundarios en el tejido refuerzan la deformidad. El ligamento retiniano oblicuo (ORL), que normalmente coordina el movimiento de la PIP y DIP, se acorta adaptativamente porque la DIP se mantiene en hiperextensión. La tensión del ORL evita aún más la flexión activa de la DIP y perpetúa la deformidad de la hiperextensión en la DIP. Mientras tanto, en el lado palmar, la placa volar y los ligamentos colaterales de la PIP pueden contraerse debido a una postura de flexión prolongada de la PIP, lo que lleva a una contractura en flexión fija. En las deformidades crónicas de Boutonnière, estos cambios anatómicos (subluxación de la banda volar, contractura de la ORL, endurecimiento de la placa volar) hacen que la deformidad sea progresivamente menos corregible pasivamente y más difícil de tratar (Colzani, 2016).

Es importante diferenciar un verdadero Boutonnière (lesión de la bandeleta central) de otros desequilibrios extensores. Una deformidad de cuello de cisne es esencialmente el problema opuesto: hiperextensión de la PIP y flexión de la DIP, a menudo causada por la laxitud de los ligamentos retinianos transversales que conduce a la migración dorsal de las bandeletas laterales. Otra consideración es la llamada deformidad "pseudo-boutonnière", que puede ocurrir por una lesión de la placa volar en la PIP sin ruptura de la bandeleta central, lo que conduce a una contractura en flexión de la PIP, pero generalmente sin hiperextensión de la DIP (la DIP puede permanecer neutra o flexionada). Un examen físico cuidadoso ayuda a distinguirlos (Colzani, 2016).

Estadificación de la deformidad de Boutonnière

Las deformidades crónicas de Boutonnière se pueden clasificar aún más por su flexibilidad y cambios en las articulaciones. El sistema de Burton define la Etapa I del Boutonnière como una deformidad flexible que es pasivamente corregible y sin cambios degenerativos en la articulación, la Etapa II como una deformidad con cierta rigidez de la articulación PIP o contractura temprana (corrección pasiva limitada) y la

Etapa III como una deformidad fija con fibrosis articular establecida o artritis. En una serie de casos crónicos de Boutonnière, todos los pacientes que estaban en Etapa I tenían articulaciones PIP corregibles pasivamente sin cambios osteoartrosicos (Lee, 2021). Los estadios superiores corresponden a un aumento de las contracturas en flexión de la PIP y del daño articular, que complican el manejo. La etapa de la deformidad a menudo guía el tratamiento: las deformidades en etapa I son más susceptibles a la reconstrucción de tejidos blandos (reparación de la bandeleta central o reconstrucción con injerto de tendón), mientras que las etapas II/III pueden requerir procedimientos adicionales como liberaciones de contracturas, osteotomía o incluso fusión articular si son irreducibles.

Presentación y examen físico

Con respecto a los síntomas, los pacientes con una lesión aguda de la bandeleta central suelen presentar dolor y edema en la articulación PIP después de un traumatismo. Antes de que aparezca la deformidad, puede haber dolor a la palpación en la cara dorsal de la articulación PIP y disminución de la extensión activa.

Un examen completo de la mano es crucial para diagnosticar una lesión del tendón extensor de la zona 3, especialmente en el entorno agudo antes de que la deformidad se haga evidente. Una prueba clásica es la prueba de Elson, que está diseñada específicamente para detectar una ruptura aguda de la bandeleta central antes de que se fije una deformidad de Boutonnière. Para realizar la prueba de Elson, el paciente debe de flexionar la PIP a 90° (por ejemplo, apoyando la PIP en el borde de una mesa) y debe de extender la falange media contra resistencia (mientras la PIP se mantiene flexionada). Cuando la bandeleta central está intacta, la DIP permanece flácida o solo se extiende mínimamente. Si la bandeleta central se desgarró, las bandeletas laterales soportan la carga extensora, y la prueba mostrará una extensión débil de la PIP y una DIP rígida o hiperextendida durante el intento. En otras palabras, una prueba de Elson positiva es cuando la articulación DIP paradójicamente se tensa (o incluso se extiende) mientras el paciente intenta extender una PIP flexionada, lo que indica que la bandeleta central no está intacta. Esta maniobra es muy útil en las primeras 1-2 semanas después de la lesión, cuando la PIP aún puede extenderse completamente de manera pasiva y ayuda a detectar una lesión de Boutonnière a tiempo. Otro hallazgo del examen es que el paciente puede extender la PIP por compensación si los extensores adyacentes de los dedos (a través de la juntura tendinosa) proporcionan tensión, pero la extensión aislada no es posible. La comparación con la mano opuesta puede ser útil (Bas, 2022).

Para diferenciarlo de otras lesiones: en un dedo de mazo puro (zona 1), la DIP está flexionada (no puede extenderse) pero la PIP puede extenderse por completo, lo contrario del Boutonnière. En una lesión

de banda sagital (zona 5), el problema está en el nudillo (articulación MCP): el paciente no puede extender la MCP y el tendón extensor puede subluxarse, pero la extensión PIP y DIP permanece intacta (esto se prueba con la cascada de flexión MCP y la sensación de seguimiento del tendón sobre la MCP). Un pseudo-boutonnière crónico (de la contractura de la placa volar) puede parecerse a un Boutonnière ya que la PIP está flexionada, pero la DIP esta flexionada o neutra en lugar de hiperextendida (y la prueba de Elson sería negativa).

Diagnóstico por imágenes médicas y hallazgos diagnósticos

La evaluación radiográfica es un complemento importante en las lesiones de Boutonnière, principalmente para evaluar las lesiones óseas asociadas. En los casos traumáticos se deben obtener radiografías estándar anteroposteriores (AP) y laterales del dedo. Estos pueden revelar una pequeña fractura por avulsión dorsal en la base de la falange media, donde se inserta la bandeleta central. En muchas lesiones cerradas de Boutonnière, el fragmento óseo (si está presente) es pequeño o no está desplazado y puede ser difícil de ver. Sin embargo, un fragmento de avulsión significativamente desplazado o grande (que involucra una parte sustancial de la superficie articular) es una indicación para una intervención quirúrgica (ya que puede causar subluxación de la articulación PIP). Las radiografías laterales también pueden ayudar a visualizar la alineación de la articulación PIP: en casos crónicos, pueden mostrar una subluxación dorsal de la falange media o una postura de hiperextensión de la DIP. Además, en pacientes con artritis reumatoide, las radiografías de mano pueden mostrar erosiones articulares PIP o deformidades subyacentes a la ruptura del tendón extensor. Si bien las radiografías no muestran los tendones, estas son útiles para descartar fracturas o luxaciones que podrían complicar una lesión de Zona 3. En resumen, las radiografías están indicadas para comprobar si hay alguna avulsión ósea o incongruencia articular; el hallazgo de una fractura por avulsión por ruptura de la bandeleta central en la base de la falange media confirma el diagnóstico y alerta al cirujano sobre el tamaño del fragmento (Bas, 2022).

Manejo conservador

La mayoría de las lesiones agudas cerradas de Boutonnière se tratan inicialmente con tratamiento conservador, siempre que la articulación PIP no esté subluxada macroscópicamente y cualquier avulsión ósea sea pequeña y esté bien alineada. Si el paciente se presenta temprano (idealmente a los pocos días de la lesión, pero hasta 2-3 semanas) y la articulación PIP se puede extender pasivamente, se indica la inmovilización. Los criterios clave para el tratamiento no quirúrgico incluyen: bandeletas laterales intactas, ausencia de un fragmento óseo grande desplazado en la falange media y la capacidad de lograr una extensión pasiva completa de la PIP. Por otro lado, la mayoría de las laceraciones abiertas se repararán quirúrgicamente. En el caso de las deformidades crónicas (más de 3-4 semanas de antigüedad), el

tratamiento conservador es menos exitoso, pero la inmovilización puede mejorar la extensión de la PIP si la articulación aún es flexible. En un paciente con AR, el tratamiento conservador puede implicar el tratamiento de la enfermedad subyacente (con medicamentos) y la colocación de una férula en el dedo, especialmente si la cirugía está contraindicada debido a comorbilidades médicas (Griffin, 2012).

Técnicas de inmovilización

La piedra angular del tratamiento conservador es la férula de extensión articular de la PIP. El objetivo es mantener la PIP en extensión completa de forma continua. Existen varios métodos de inmovilización, uno de los más comunes es una férula estática que mantiene la PIP completamente extendida (0°) en todo momento, al tiempo que permite que la articulación DIP permanezca libre. La DIP se deja libre para flexionarse y extenderse, lo cual es importante para evitar la rigidez y para deslizar las bandeletas laterales (esto también ayuda a evitar que el ORL se tense). La férula puede ser una férula de dedo prefabricada o una férula termoplástica personalizada. Otro enfoque es una férula de extensión dinámica (como una férula de Capener o un estabilizador con bandas elásticas) que mantiene la PIP en extensión, pero permite una flexión limitada, proporcionando una fuerza de resorte suave para extender la PIP. Las férulas dinámicas a menudo se usan después de unas semanas de inmovilización rígida para recuperar gradualmente la flexión mientras aún apoyan la extensión. Sin embargo, en el tratamiento agudo, por lo general se mantiene una extensión estática continua durante varias semanas. Por ejemplo, un protocolo típico es la férula de extensión PIP a tiempo completo durante 6 semanas, seguida de una férula nocturna durante otras 4-6 semanas. Durante la fase de tiempo completo, la férula debe usarse las 24 horas del día, y no se permite que la PIP se flexione ni una sola vez. La educación del paciente sobre el cumplimiento es crucial, ya que el incumplimiento es un problema común que conduce al fracaso del tratamiento (Binstead, 2023).

Durante la inmovilización, a los pacientes se les enseña a hacer ejercicios activos de flexión de la DIP (con la PIP mantenida estática en la férula) para mantener las bandeletas laterales móviles. Después del período de inmovilización inicial, la férula de extensión nocturna se continúa durante otro mes como precaución, mientras se reanuda el uso diurno del dedo (Binstead, 2023).

Eficacia y resultados de la ferulización

Cuando se realiza correctamente y se inicia temprano, el tratamiento conservador puede producir excelentes resultados. Varios estudios han demostrado altas tasas de restauración de la función. Por ejemplo, O'Dwyer y Quinton informaron 88% de resultados excelentes o buenos utilizando un protocolo de férula de extensión dinámica de Capener para lesiones de Boutonnière. Pratt et al. también encontraron que el 70% de los casos tuvieron excelentes resultados con solo una pérdida mínima de extensión (alrededor de

5° en promedio) después de la férula. Crosby y Wehbé atribuyeron resultados uniformemente buenos en sus series al uso de un programa de movilización dinámica temprana después de una inmovilización breve. Estos resultados ponen de manifiesto que el movimiento se puede conservar al mismo tiempo que se logra la cicatrización. Un riesgo potencial de la inmovilización prolongada es la rigidez de la articulación PIP y la formación de adherencias. Evans et al. compararon a los pacientes tratados con inmovilización estricta frente a un protocolo de movimiento temprano ("movimiento de arco corto"); el grupo de inmovilización tuvo una pérdida pequeña pero medible de la flexión PIP (16° menos de arco de flexión) y una ligera pérdida de extensión (5°) en comparación con aquellos que comenzaron el movimiento controlado temprano. La rigidez se atribuyó a las adherencias en el mecanismo extensor y a la inmovilización de la articulación por mantenerse extendida. Como resultado, la práctica contemporánea favorece una transición de la terapia estática a la dinámica. Después de 4 semanas de inmovilización completa, se puede cambiar al paciente a una férula con bisagras que permita una flexión limitada de 30° que se aumente gradualmente, o a una férula de extensión dinámica que el paciente puede retirarse para hacer ejercicios (Griffin, 2012).

Manejo quirúrgico

El tratamiento quirúrgico de las deformidades de Boutonnière está indicado en varios escenarios. Una herida abierta en la zona 3 generalmente requiere exploración quirúrgica y reparación del tendón si el tendón está cortado. Además, en fracturas de la falange media avulsionadas y desplazadas por la bandeleta central, que involucren >30% de la superficie de la articulación o que causen una subluxación de la articulación PIP, también se recomienda la fijación quirúrgica del fragmento (con alambres K, tornillos o anclaje de sutura); aún más cuando asocian inestabilidad axial o lateral de la articulación PIP, debido a que la lesión también dañó los ligamentos colaterales u otras estructuras. Otra indicación quirúrgica son las deformidades crónicas de Boutonnière que no son corregibles pasivamente o aquellas que no mejoraron con una férula adecuada. También se indica la intervención quirúrgica en pacientes que después de 6-8 semanas de inmovilizar la lesión, todavía tiene un retraso significativo en la extensión de la articulación. Finalmente, casos reumatoides, u otros casos crónicos con deterioro funcional significativo son indicaciones quirúrgicas. En general, las lesiones agudas cerradas que se reconocen temprano no se indican para cirugía a menos que cumplan con los criterios anteriores; sin embargo, cualquier retraso más allá de 3 semanas en la presentación puede disminuir la probabilidad de éxito del manejo solo con férula. Alrededor de 4 a 6 semanas después de la lesión, los extremos del tendón desgarrado se han cicatrizado de manera alargada o mal posicionada, y es posible que la simple férula no restaure la función completa, por lo que a menudo se necesita una reconstrucción quirúrgica para los casos de presentación tardía (Binstead, 2023).

Técnicas quirúrgicas

El tratamiento quirúrgico de las lesiones agudas del tendón extensor de la zona 3 debe abordar tanto el tendón en sí como cualquier lesión articular. A continuación, se proponen varias de las propuestas quirúrgicas disponibles en la literatura.

La primera es la reparación primaria o sutura directa. En una laceración o ruptura aguda con retracción mínima, el enfoque preferido es una reparación primaria del tendón de extremo a extremo. A través de una incisión dorsal en la articulación PIP, la bandeleta central se sutura de nuevo, si se desgarró a mitad de la sustancia; o se vuelve a unir al hueso si se avulsiona. Las técnicas de sutura comunes incluyen puntos de sutura en forma de ocho o puntos de colchón horizontales, como descritos previamente, que utilizan sutura no absorbible (por ejemplo, 4-0 o 3-0) a través del tendón. Si el tendón se avulsionó con un pequeño fragmento de hueso, este fragmento se puede suturar de nuevo al hueso utilizando orificios de perforación o anclajes de sutura modernos colocados en la base de la falange media (Mercer, 2009). Un estudio realizado por Griffin et al. señala que la reparación quirúrgica de las lesiones abiertas de la zona III generalmente se realiza a menos que los extremos del tendón se puedan aproximar bien mediante una férula (Griffin, 2012). La reinserción del tendón con un ancla con sutura es una técnica más nueva; se utiliza un ancla de <2 mm con sutura adjunta, la cual se incrusta en la falange media en el sitio de fijación de la bandeleta central. Esto brinda una fuerte fijación directamente al hueso. Las pruebas biomecánicas de anclas con sutura de 1,0 mm han demostrado que pueden soportar fuerzas de 50 N, lo que es suficiente para un movimiento suave temprano (las fuerzas extensoras normales durante el movimiento activo son de alrededor de 15 N) (Salas, 2024).

La segunda técnica se define como injerto o reconstrucción de tendón. En lesiones crónicas de Boutonnière o lesiones agudas con un espacio significativo o pérdida de tendón, la reparación primaria puede no ser posible. En estos casos, se puede utilizar un injerto de tendón para reconstruir la bandeleta central. Un injerto comúnmente utilizado es el tendón del palmar largo (si está disponible) o un deslizamiento del retináculo extensor. El injerto consiste en anclar el injerto a la falange media (a través de orificios de perforación o con anclas) y suturarlo proximalmente en el mecanismo extensor restante. Otra técnica clásica es el procedimiento de Snow, que es una forma de autoinjerto que utiliza un tendón local: una porción del tendón extensor proximal (sobre la falange proximal) se incide y se voltea distalmente para reconstruir el defecto de la bandeleta central. Este colgajo utiliza el propio tendón extensor del paciente para cerrar el espacio. En un estudio en el que se comparó el procedimiento de Snow con el injerto de tendón libre para lesiones antiguas de la bandeleta central, se encontró que el procedimiento de Snow produjo mejores

resultados, hubo más pacientes que lograron excelentes resultados y un mayor rango de flexión, que aquellos que recibieron un injerto de palmar largo. Los autores señalaron que el procedimiento de Snow es una reconstrucción más anatómica y evita la morbilidad adicional de la extracción de un injerto. En cualquiera de los dos casos, la reparación suele aumentarse con alambres K o férulas para protegerla inicialmente. Si las bandeletas laterales se desplazan volarmente, se puede también liberar los ligamentos retinianos transversos para permitir que las bandas se reposicionen dorsalmente (Binstead, 2023).

A pesar de que no es el principal objetivo en este trabajo, se describen rápidamente los procedimientos complementarios para la deformidad crónica. En el Boutonnière de larga duración, la simple reparación o injerto del tendón puede no ser suficiente debido a las contracturas de las articulaciones y los ligamentos. Es posible que se necesiten procedimientos adicionales como una liberación capsular de la articulación PIP o una liberación de la placa volar, ya que ayudan a restaurar la extensión si la articulación está rígida en flexión. Además, se puede realizar una tenotomía tendinosa terminal (también llamada tenotomía de Fowler), aunque Fowler la describió para la deformidad de cuello de cisne, en los casos de Boutonnière, una tenotomía de la DIP puede reducir la hiperextensión en la DIP, lo que a su vez puede ayudar a que las bandeletas laterales se desplacen dorsalmente y mejorar la extensión de la PIP. En casos muy graves, especialmente aquellos con artritis (Etapa III), se puede considerar una artrodesis de la articulación PIP en extensión o una artroplastia de la articulación PIP como último recurso. La artrodesis sacrificará el movimiento, pero producirá un dedo estable y recto, a menudo preferido en pacientes de baja demanda con deformidad dolorosa (Binstead, 2023).

Manejo postoperatorio

Después de la reparación quirúrgica o la reconstrucción de la bandeleta central, el dedo generalmente se inmoviliza en extensión completa de la PIP durante 2 a 3 semanas. Algunos cirujanos inician protocolos de movimiento temprano suave si la reparación es fuerte, utilizando un régimen como ejercicios de movimiento de arco corto (SAM) en los que se permite que la PIP se flexione gradualmente (por ejemplo, 30° en una férula protectora) durante 1-2 semanas después de la cirugía. La razón es prevenir la rigidez y fomentar el deslizamiento del tendón, evitando al mismo tiempo una tensión excesiva en la reparación. Esto debe ser equilibrado: un estudio biomecánico indicó que las bandeletas centrales reparadas deben soportar alrededor de 15 N para un movimiento activo temprano seguro y hasta 50-60 N para un agarre de fuerza completa. Las reparaciones modernas de suturas de más de 4 hebras o reparaciones utilizando anclas normalmente cumplen con estos umbrales (Salas, 2024).

Otro protocolo postoperatorio común es la inmovilización durante 4 semanas, luego una transición a una férula de extensión dinámica que permite cierta flexión, acompañada de terapia ocupacional. Si la reparación fue tenue o aumentada con un injerto, se puede optar por una inmovilización más larga (6 semanas) (Salas, 2024).

Resultados del tratamiento quirúrgico

El éxito de la cirugía depende de la cronicidad de la lesión y de la técnica específica. Las reparaciones agudas de la bandeleta central generalmente tienen buenos resultados, a menudo restaurando la extensión casi completa. Los casos crónicos son más desafiantes; sin embargo, los estudios muestran que incluso las lesiones desatendidas pueden mejorarse. Por ejemplo, Bas et al. (2022) trataron las deformidades crónicas de Boutonnière (con una edad promedio de 56 días) con una técnica de Snow modificada bajo anestesia local e informaron que el déficit de extensión de la PIP postoperatorio promedió solo 6 ° y el rango de flexión de la PIP superó los 100 °. En su serie, más de la mitad de los pacientes lograron excelentes resultados y la mayoría del resto fueron buenos. De manera similar, una serie de casos de Corea que utilizó la reparación directa con aumento utilizando un ancla con sutura (para deformidades flexibles de etapa I) mostró una mejora significativa en el retraso de la extensión de la PIP (mejorado en 22° en promedio) (Bas, 2022).

Los riesgos quirúrgicos incluyen infección, ruptura del tendón, adherencias que conducen a la rigidez, y retraso en la extensión. En comparación con las reparaciones del tendón flexor, las reparaciones de extensores generalmente tienen menos adherencias, pero la zona 3 está cerca de la PIP, que es propensa a la rigidez si no se moviliza. Por lo tanto, la cirugía a menudo se combina con un protocolo de terapia agresivo. En los pacientes con AR, la recurrencia puede ocurrir si la enfermedad permanece activa; a veces, la reconstrucción del tendón se retrasa hasta que la AR esté bien controlada con medicamentos (Binstead, 2023).

En resumen, la cirugía se reserva para los casos en los que la férula no es factible o ha fracasado, y para las lesiones abiertas o complejas. Las técnicas abarcan desde la simple sutura directa de la bandeleta central hasta reconstrucciones complejas con injertos o colgajos tendinosos. El tratamiento quirúrgico debe ser individualizado: una lesión aguda flexible puede necesitar solo una pequeña reparación, mientras que una deformidad de Boutonnière crónica rígida puede requerir múltiples procedimientos en un solo entorno. Independientemente de la técnica, el cuidado postoperatorio y la terapia son tan cruciales como la cirugía en sí para garantizar un buen resultado.

Tratamientos emergentes y direcciones futuras

El tratamiento de las lesiones del tendón extensor en la Zona 3 ha evolucionado, y la investigación en curso continúa perfeccionando tanto las técnicas quirúrgicas como las estrategias de rehabilitación. En la última década, se han introducido varios tratamientos e innovaciones emergentes.

En primer lugar, hay técnicas nuevas y materiales de sutura más fuertes. Los avances en la tecnología de sutura, por ejemplo, suturas de alta resistencia como “FiberWire”, y las nuevas configuraciones de sutura han mejorado la resistencia inicial de las reparaciones del tendón extensor. Una de estas técnicas ya antes mencionada, es la sutura de colchón horizontal entrelazado (RIHM), que se introdujo para aumentar la fuerza de reparación en los tendones extensores (Mercer, 2009). Estos métodos, tomados de los conceptos de reparación del tendón flexor, permiten que las reparaciones resistan mejor el movimiento temprano. Las reparaciones con suturas continuas con más de cuatro hebras y las suturas epitendinosas le dan a las reparaciones extensoras más robustez que las suturas interrumpidas simples tradicionales. El resultado es que los cirujanos tienen cada vez más confianza para implementar protocolos tempranos de movimiento activo incluso después de las reparaciones de la zona 3, lo que no era el caso en los tiempos anteriores que utilizaban 6 semanas de inmovilización con yeso (Colzani, 2016).

Como se mencionó anteriormente, existe también un creciente interés en el uso de adjuntos biológicos para mejorar la cicatrización de los tendones. El plasma rico en plaquetas (PRP) u otros concentrados de factores de crecimiento podrían aplicarse potencialmente a un sitio central de reparación de la bandeleta central para acelerar la cicatrización, aunque la evidencia específica en los tendones extensores es limitada. Los materiales de los andamios son otra área de investigación: se trata de estructuras naturales o de bioingeniería que se pueden colocar para cerrar las brechas de los tendones o reforzar las reparaciones. Por ejemplo, se han explorado andamios a base de colágeno o injertos de submucosa del intestino delgado en lesiones tendinosas para que sirvan como red para el crecimiento de nuevos tejidos. Las estrategias de ingeniería de tejidos también implican la siembra de células (como la implantación de tenocitos o células madre) en andamios para promover la cicatrización regenerativa. Si bien la mayor parte de este trabajo se ha realizado en tendones flexores o tendones de Aquiles, los principios también se aplican a los tendones extensores. Un escenario futuro podría implicar el tratamiento de un Boutonnière crónico mediante la implantación de un bioandamio impregnado con factores de crecimiento para reconstruir la bandeleta central, lo que podría reducir la necesidad de extraer el tendón del paciente para el injerto. Hasta ahora, estos enfoques son experimentales, y ningún andamio tendinoso disponible en el mercado ha demostrado ser superior al autoinjerto en las reparaciones clínicas de la zona 3. Sin embargo,

los estudios preliminares sugieren que los andamios pueden proporcionar resistencia mecánica y mejorar la cicatrización biológica como complemento. (Longo, 2012) Los pegamentos o adhesivos biológicos son otro complemento que se está investigando para reforzar las reparaciones de los tendones y tal vez permitir la movilización inmediata sin espacios, aunque aún nada ha reemplazado a las suturas.

Otra técnica innovadora que se ha propuesto es la cirugía de la mano completamente despierto (WALANT por sus siglas en inglés). El concepto de esta anestesia local sin torniquete ha ganado popularidad en la cirugía de la mano. En el contexto de la deformidad de Boutonnière, WALANT permite al cirujano reparar el tendón y luego probar activamente la extensión y flexión del dedo en tiempo real, ya que el paciente está despierto. Esto tiene dos beneficios: el cirujano puede ajustar la tensión de la reparación y puede asegurarse de que la reparación se mantenga en movimiento activo. Bas et al. demostraron el uso exitoso de WALANT con una técnica de Snow modificada para Boutonnières crónicas, lo que les permitió afinar la reparación e iniciar el movimiento temprano con confianza. WALANT también evita la necesidad de anestesia general en pacientes a menudo mayores y mejora la toma de decisiones intraoperatorias para el equilibrio del tendón. Es probable que WALANT continúe usándose para las reconstrucciones de tendones extensores, ya que permite ajustes intraoperatorios que pueden mejorar los resultados (Bas, 2022).

LESIONES EN ZONA 4

Las lesiones extensoras de la zona 4 se refieren a un traumatismo agudo del mecanismo extensor sobre la falange proximal. Estas lesiones suelen ser el resultado de una laceración o un traumatismo en el dorso del dedo. Dada su ubicación superficial, los tendones extensores en esta zona son vulnerables a los objetos afilados como los cuchillos o el vidrio; siendo este el mecanismo más común de lesión. Una lesión de zona 4 puede presentarse como una laceración limpia a través de la falange proximal o como parte de una lesión más compleja, por ejemplo, aplastamiento de la mano dorsal. Las rupturas cerradas en la zona 4 son menos comunes que en las zonas 1 y 3; sin embargo, la flexión forzada del dedo puede ocasionalmente romper el capuchón extensor o causar una lesión de la bandeleta central (generalmente zona 3). Las rupturas por desgaste son raras en la zona 4.

La fisiopatología implica un desgarro parcial o una discontinuidad completa del aparato extensor sobre la falange proximal. En interrupciones completas de la Zona 4, la bandeleta central y las bandeletas laterales pueden perder tensión, lo que resulta en la pérdida de la extensión de la PIP activa. En los desgarros parciales, parte de la extensión se conserva mediante fibras intactas o conexiones de juntas tendinosas a los dedos adyacentes (Binstead, 2023).

Evaluación clínica

En una laceración aguda de la Zona 4, la prueba de Elson puede no ser tan aplicable, porque la ruptura es proximal a la bandeleta central, pero se debe evaluar la integridad del mecanismo extensor mediante el aislamiento de las articulaciones: por ejemplo, estabilizar la MCP en extensión y solicitarle al paciente que intente la extensión de la PIP, la incapacidad de extenderla sugiere una interrupción del mecanismo extensor. Otro punto importante del examen es comprobar la función del extensor frente a la resistencia. Si el paciente puede extender la PIP contra la resistencia, es probable que el tendón esté parcialmente intacto; una laceración parcial (<50% del ancho del tendón) a menudo permite cierta extensión resistida. Por el contrario, la incapacidad de extenderla contra la gravedad o la resistencia indica una ruptura completa y probablemente requerirá una reparación quirúrgica.

Examinar si hay lesiones concomitantes: las lesiones de la zona 4 pueden asociarse con daño de la cápsula de la articulación PIP o fracturas de la falange proximal. Palpar en busca de sensibilidad o crepitación sobre los huesos. Evaluar la función sensorial, debido a que los nervios digitales corren lateralmente, y el estado vascular, ya que un traumatismo agudo puede lesionar los paquetes neurovasculares (Binstead, 2023).

Diagnóstico por imágenes

Se recomiendan radiografías en lesiones del mecanismo extensor para descartar afectación ósea. En las lesiones de la Zona 4, se recomienda solicitar radiografías anteroposterior y lateral del dedo afectado. Mientras que la zona 4 está sobre la falange proximal, no hay articulación directamente allí, una radiografía lateral puede mostrar si hay una fractura asociada ya sea proximal o distal a la lesión y así descartar otras patologías como las antes mencionadas en esta revisión de tema. Los hallazgos radiográficos clave que se deben buscar incluyen: fracturas por avulsión dorsal en la base de la falange media (indicarían un componente de lesión de la bandeleta central), fracturas de falange proximal (que podrían indicar que el tendón fue lesionado por un fragmento óseo o viceversa) o cuerpos extraños en la herida (especialmente con laceraciones de vidrio) (Binstead, 2023).

Enfoques de manejo

El tratamiento de las lesiones del tendón extensor de la zona 4 puede ser conservador o quirúrgico, dependiendo de la gravedad de la lesión y los factores del paciente. Los objetivos generales son restaurar la continuidad de los extensores, mantener la función de deslizamiento y evitar la rigidez. El movimiento temprano es deseable para evitar adherencias, pero debe equilibrarse con la protección de la reparación.

Tratamiento conservador

Las lesiones de la zona 4 se pueden tratar de forma no quirúrgica si cumplen con las siguientes indicaciones:

- (1) Laceraciones parciales del tendón extensor (generalmente <50% del ancho del tendón) sin pérdida significativa de la potencia de extensión.
- (2) Lesiones cerradas con el tendón intacto, pero con un retraso en la extensión de la PIP (tratado con un protocolo de deformidad de Boutonnière).
- (3) Pacientes que son malos candidatos quirúrgicos o en quienes el riesgo de cirugía supera los beneficios.

Específicamente en la zona 4, los estudios han demostrado que una laceración tendinosa incompleta, con extensión preservada, puede cicatrizar con una inmovilización con férula con la misma eficacia que con manejo con sutura del tendón (Griffin, 2012).

Se recomienda inmovilizar la articulación PIP en extensión completa, se puede incluir la DIP y la MCP, durante 4 semanas. Durante la inmovilización, es importante mantener la movilidad de las articulaciones adyacentes: por ejemplo, si solo se inmoviliza la PIP, la DIP debe mantenerse libre para flexionarse y extenderse para evitar la tensión de las bandeletas laterales. Si la MCP está incluida en la férula, la muñeca se puede extender ligeramente y las MCP ligeramente flexionadas (20-30°) para relajar la tensión del tendón extensor. Con una férula adecuada, la cicatrización del tendón puede producir un buen resultado funcional. Sin embargo, el cumplimiento, al igual que en las lesiones previas, es fundamental (Griffin, 2012).

Después del período de inmovilización, comienza un programa de movilización gradual: se introduce una flexión activa suave de la PIP mientras se mantiene la extensión en otros momentos. En general, las lesiones de zona 4 manejadas de manera conservadora en pacientes cumplidores pueden esperar una extensión casi normal. La desventaja del tratamiento conservador es el riesgo de rigidez articular debido a la inmovilización. Para contrarrestar esto, se han ideado protocolos de "movimiento pasivo temprano" o movimiento activo controlado, pero estos se usan generalmente después de la reparación quirúrgica. Por lo tanto, la selección del paciente es importante: un paciente confiable que no se retira la férula tiene la mejor oportunidad de éxito sin cirugía. Por el contrario, un joven trabajador manual que podría ser propenso al uso temprano del dedo podría estar mejor atendido con una reparación que pueda protegerse y mobilizarse tempranamente (Griffin, 2012).

Manejo quirúrgico

Las lesiones agudas del tendón extensor de la Zona 4 que son laceraciones completas o que resultan en la pérdida de la capacidad de extender el dedo deben tratarse con reparación quirúrgica. Una regla general es que las laceraciones que involucran >50% del ancho del tendón o con pérdida de extensión contra la resistencia, requieren reparación quirúrgica para restaurar la fuerza completa. Todas las lesiones abiertas con extremos tendinosos visibles deben ser exploradas y reparadas, incluso si algunas fibras permanecen intactas; se recomienda una reparación directa para restaurar la continuidad. Además, cualquier lesión de la zona 4 con fragmentos óseos desplazados asociados debe abordarse quirúrgicamente, esto podría implicar la fijación del fragmento y la reparación del tendón. (Griffin, 2012).

Técnicas quirúrgicas

En la zona 4, el tendón extensor común de los dedos (EDC) para los dedos índice y meñique, o extensor largo del pulgar para el pulgar, son anchos y planos. La reparación generalmente se realiza con una técnica de sutura central. Un método común es una sutura no absorbible en forma de ocho (4-0 o 5-0) a través de los extremos del tendón, a veces complementada por una sutura epitendinosa continua. Debido a que la zona 4 se encuentra dentro del capuchón extensor, se tiene cuidado de identificar y reparar también cualquier corte en las bandeletas laterales o la bandeleta central si estaban involucrados. Las bandeletas laterales se encuentran más volares a este nivel y a menudo se no se lesionan, pero si están laceradas deben repararse por separado para restaurar la sinergia de extensión completa. Es importante destacar que se debe evitar tensar en demasía la reparación, ya que eso puede acortar el tendón y provocar una contractura por extensión o falta de flexión. Si hay un espacio o pérdida de tejido, puede ser necesario un injerto de tendón (Colzani, 2016).

Después de la reparación, el dedo se inmoviliza en extensión. Un régimen postoperatorio típico para una reparación primaria de la zona 4 es la inmovilización de la PIP (y a menudo de la DIP y la MCP) en extensión completa durante aproximadamente 4 semanas. Otro protocolo sugiere 3 semanas de inmovilización estricta, por ejemplo, en una férula volar, con solo extensión pasiva permitida. Luego, en la semana 4, se inicia una extensión activa suave, pero aún sin flexión pasiva. En la semana 5 y 6, se introduce la flexión activa gradual. Este enfoque por etapas permite que el tendón sane sólidamente (a las 5-6 semanas, la reparación gana una fuerza significativa) (Colzani, 2016).

Algunos cirujanos emplean una férula de extensión dinámica después de la cirugía, por ejemplo, un dispositivo que permite al paciente flexionar el dedo, pero lo devuelve pasivamente a la extensión completa, o una órtesis de movimiento para permitir un movimiento limitado antes. El cronograma de recuperación

esperado después de la reparación quirúrgica de un extensor de la zona 4 suele ser: a las 6 semanas, el tendón está lo suficientemente cicatrizado como para comenzar un movimiento más sin restricciones; a las 8-12 semanas, el paciente alcanza un rango de movimiento casi máximo con la terapia; y a los 3-4 meses, la fuerza se acerca a la normalidad.

Técnicas para casos difíciles

Si una lesión de la zona 4 se diagnostica tarde o los extremos del tendón están retraídos, no es posible una reparación primaria tardía; en tales casos, se puede realizar un injerto de tendón o una transferencia de tendón en un procedimiento secundario. Si la lesión es irreparable, otra opción de transferencia de tendón es la sutura de lado a lado al extensor de un dedo adyacente o la transferencia de una unidad de tendón muscular independiente, por ejemplo, el extensor propio del índice (EIP) se puede transferir para reemplazar un tendón del EDC. Otra consideración en las lesiones de la zona 4/5 son las bandas sagitales: si la lesión se extiende a la región MCP y la banda sagital está lacerada, debe repararse para evitar la subluxación del tendón extensor en la MCP, como se discutirá más adelante en este trabajo (Griffin, 2012).

Resultados a largo plazo y complicaciones

Incluso con un tratamiento óptimo, las lesiones del mecanismo extensor pueden provocar algunos déficits residuales. Un problema común es el retraso en la extensión de la PIP (5-10°) a pesar de una buena función. Los factores que influyen en este retraso incluyen la cicatrización del tendón con elongación y la elasticidad de la cicatriz. En un estudio de reconstrucciones de tendones extensores, principalmente en pacientes reumatoides, el retraso medio de la extensión postoperatoria de la PIP fue de 10° (rango 0-50°) (Itsubo, 2016).

La rigidez articular de la PIP es otra complicación. Esta suele ser el resultado de una inmovilización prolongada o adherencias en lesiones de zona 4. A diferencia de las lesiones del tendón flexor, donde las adherencias limitan la extensión, las adherencias del tendón extensor tienden a limitar la flexión porque el tendón cicatrizado no puede deslizarse suavemente a medida que la articulación se flexiona. La formación de adherencias es especialmente problemática en las lesiones de la zona 4 y de la zona 6, especialmente en pacientes de edad avanzada. Incluso las cicatrices menores en la zona 4, que normalmente tiene solo 2-3 mm de recorrido del tendón, pueden causar una pérdida significativa de extensión o resistencia a la flexión. En caso de que se produzcan adherencias, se puede realizar una tenólisis extensora (una liberación quirúrgica de la cicatriz) después de 3 a 6 meses, esto se realiza una vez que esté claro que la terapia por

sí sola no mejorará el movimiento. Sin embargo, ésta solo se realiza si el paciente puede someterse a un movimiento inmediato después de la cirugía. (Colzani, 2016)

La ruptura es una complicación poco frecuente pero grave; corresponde a alrededor de 5% de las complicaciones. La mayoría de las rupturas de tendones ocurren en las primeras 1 a 2 semanas después de la reparación, a menudo debido a una terapia demasiado entusiasta o al uso accidental de la mano. La detección temprana de una ruptura de reparación es crucial: si se detecta a tiempo, el tendón se puede reparar nuevamente. El reconocimiento tardío puede requerir un injerto de tendón o una transferencia de tendón si los extremos se han retraído o cicatrizado (Colzani, 2016).

Deformidades

Aunque el Boutonnière es clásicamente un problema de la zona 3, una lesión de la zona 4 que afecta al capuchón extensor puede, si no se trata, progresar a una postura similar a la del boutonnière con el tiempo debido al desequilibrio. El cuello de cisne está menos directamente relacionado con la zona 4, excepto como casusa de una reparación muy tensa de la zona 4, ya que podría, en teoría, hiperextender la PIP y predisponer a un cuello de cisne. La disfunción articular en general después de una lesión extensora puede incluir una contractura persistente de la articulación PIP. La pérdida de la fuerza de flexión o de agarre puede ocurrir si el tendón extensor se acorta (lo que impide el cierre completo del puño) o si el protocolo de rehabilitación restringe demasiado el movimiento, lo que conduce a una tensión intrínseca. Sin embargo, el impacto del agarre suele ser menor en las reparaciones aisladas de extensores. Por último, la artritis postraumática podría desarrollarse si hay una avulsión intraarticular o si la lesión causa una subluxación articular crónica, lo que es raro para las lesiones tendinosas puras de la zona 4. En general, con un tratamiento adecuado, los resultados a largo plazo de las lesiones extensoras de la zona 4 son favorables: los pacientes pueden esperar una extensión y flexión casi normales. Los estudios han demostrado que >75-80% de los pacientes logran resultados funcionales "buenos" o "excelentes" después de la reparación del tendón extensor cuando se adhieren a los protocolos de terapia (Colzani, 2016).

Tratamientos y técnicas emergentes

Los avances recientes apuntan a mejorar la reparación del tendón extensor, la fuerza y el deslizamiento, al tiempo que reducen las complicaciones. Se han explorado nuevos métodos de sutura para aumentar las reparaciones. Las reparaciones tradicionales de extensores a menudo usaban una sola sutura en forma de ocho, pero las técnicas más nuevas toman prestado de la cirugía del tendón flexor, por ejemplo, las suturas de núcleo de múltiples hebras (reparaciones de 4 hebras) se pueden usar en zonas con mayor calibre de tendón (zonas 4-7) para aumentar la fuerza y permitir una movilización activa más temprana. Las suturas de alta resistencia (como el polietileno trenzado) permiten suturas de menor diámetro con mayor

resistencia a la tracción. Algunos estudios han analizado los diseños de suturas epitendinosas para mejorar la suavidad y la fuerza de la reparación. Una sutura epitendinosa en funcionamiento puede agregar 10-20% de fuerza. Las suturas de púas, que se bloquean en el tejido sin nudos, son una innovación más reciente que se ha aplicado en las reparaciones del tendón flexor y podrían aplicarse a los extensores para evitar nudos voluminosos y reducir potencialmente la fricción. Otra herramienta emergente son los dispositivos de reparación de tendones. Por ejemplo, el dispositivo “CoNextions”, el cual utiliza anclajes entrelazados para reparar tendones lacerados, incluidos los tendones extensores, con una resistencia constante. Los primeros datos biomecánicos son prometedores para reparaciones rápidas y fuertes. Si bien estos dispositivos aún están en evaluación, representan un movimiento hacia la estandarización de las reparaciones de tendones y posiblemente permitan incisiones más pequeñas (Reed, 2024).

Como se evidenció previamente en este trabajo, el uso de aumentos biológicos se ha popularizado. Dada la naturaleza superficial de los tendones extensores en esta zona, existe interés en métodos para mejorar la cicatrización o reducir las adherencias. El plasma rico en plaquetas (PRP) se ha estudiado en la cicatrización de los tendones, ya que puede estimular la proliferación de las células tendinosas y la síntesis de colágeno como se describió previamente.

Rehabilitación y recuperación funcional

La rehabilitación adecuada es primordial para un buen resultado en las lesiones del tendón extensor. Históricamente, los resultados del tratamiento para las reparaciones extensoras estaban rezagados con respecto a los resultados del tendón flexor, en parte porque los protocolos extensores favorecían una inmovilización más prolongada (para proteger reparaciones relativamente más débiles), a menudo a costa de la rigidez (Newport, 1997). En las últimas dos décadas, los protocolos de terapia han evolucionado para equilibrar la protección con la movilización.

Con respecto a la rehabilitación convencional, para un tendón extensor de la zona 4 reparado, un régimen tradicional inmovilizaría el dedo en extensión durante aproximadamente 4 a 6 semanas con una férula dorsal o volar que abarca la muñeca y los dedos en extensión. Después de 4 a 6 semanas, se retira la férula y comienza un movimiento activo suave, generalmente bajo la guía de un terapeuta de mano. El paciente realizaría ejercicios activos de flexión/extensión del dedo, aumentando gradualmente el arco de movimiento. A las 6-8 semanas después de la operación, se agregan movimientos pasivos y estiramientos suaves si es necesario para recuperar la flexión completa. Los ejercicios de fortalecimiento, por ejemplo, exprimir masilla, suelen comenzar alrededor de las 8 a 10 semanas. El regreso completo al uso intensivo o al deporte suele estar permitido entre las 10 y las 12 semanas. Este enfoque tradicional produce resultados

aceptables, pero con un riesgo notable de rigidez articular de la PIP. Además, muchos pacientes solo tuvieron una flexión justa después de una inmovilización tan prolongada. (Wong, 2017)

Actualmente se hace hincapié en los protocolos de movilización temprana. La evidencia moderna apoya firmemente la movilización controlada temprana después de la reparación del tendón extensor en la zona 4. Múltiples estudios, incluidos ensayos aleatorios, han demostrado que los protocolos de movimiento activo temprano (EAM) o movimiento pasivo temprano conducen a una recuperación más rápida del arco de flexión-extensión sin aumentar las tasas de fracaso. Uno de estos enfoques del cual se ha hablado previamente en este trabajo es el protocolo ICAM ("Immediate Controlled Active Motion"), introducido por W. Merritt, que utiliza una férula de extensión de movimiento relativo (también llamada férula de "yugo") para permitir el movimiento activo inmediato de los dedos. Esta órtesis mantiene la MCP del dedo lesionado en una ligera hiperextensión en relación con los dedos adyacentes, lo que descarga el tendón extensor reparado por el efecto de "movimiento relativo". En la práctica, el protocolo ICAM para las reparaciones de zonas 4-7 consiste en: una muñequera que mantiene la muñeca extendida 20-30°, combinada con una férula de yugo que mantiene el dedo lesionado 15-20° más extendido en la MCP que los demás. El paciente comienza la flexión activa de las articulaciones PIP y DIP dentro de los límites de esta férula tan pronto como el día 1-3 después de la cirugía, y también puede flexionar la MCP (el yugo evita la flexión completa de ese dedo, protegiendo la reparación) (Burns, 2013).

Los estudios de EAM frente a la inmovilización muestran una mejora significativa del TAM (movimiento activo total) en puntos de tiempo más tempranos para el grupo de movimiento temprano. Kitis et al. compararon la férula de extensión dinámica, que permite el movimiento inmediato de la MCP, frente a la inmovilización de 3 semanas para las reparaciones de las zonas 4-8: a las 4 semanas después de la cirugía, el grupo de movimiento temprano tenía 191° TAM frente a 124° en el grupo estático; incluso a las 12 semanas, el primer grupo mantuvo una ventaja en el TAM. Wong y cols. (2017) revisaron sistemáticamente los estudios de rehabilitación de extensores en la zona 4 y no encontraron diferencias sustanciales a largo plazo en los resultados finales entre el movimiento temprano y la inmovilización, pero observaron un retorno más temprano del movimiento y la función con protocolos tempranos. Es importante destacar que ninguna de las cohortes de movimiento temprano mostró tasas más altas de ruptura del tendón en las series modernas. Por lo tanto, la práctica actual para las reparaciones de extensores de la zona 4 (y otras zonas) a menudo implica un movimiento activo controlado temprano en una órtesis protectora, en lugar de una inmovilización completa (Wong, 2017).

Protocolo de rehabilitación

Para una reparación de zona 4, un posible protocolo basado en la evidencia es: a los 5-7 días después de la operación, fabricar una férula de movimiento relativo (yugo), como se observa en la figura 21, que mantenga el dedo lesionado con la MCP con 15 ° de extensión en relación con los demás, y una férula de muñeca que sostenga la muñeca en ligera extensión de 30 °. El paciente realiza una flexión activa suave cada hora y una extensión de la PIP y la DIP (haciendo medio puño y luego extendiéndolo por completo) dentro de límites indoloros. El yugo asegura que a medida que el paciente flexiona los dedos, el extensor del dedo lesionado sea descargado por la tensión extensora de los otros dedos, protegiendo la reparación. Después de 3-4 semanas de esto, el tendón se habrá cicatrizado lo suficiente como para discontinuar el yugo. A continuación, comienza una fase terapéutica más vigorosa: el paciente practica el cierre y la extensión completa del puño, y si se observa algún retraso extensor de >10°, se reanuda la férula de extensión nocturna para contrarrestarlo (se puede añadir una asistencia de flexión dinámica si la flexión se retrasa). A las 6 semanas, por lo general, se retiran las órtesis y se permite al paciente el uso activo completo de la mano en actividades ligeras. El fortalecimiento comienza alrededor de este momento con ejercicios de extensión de masilla o banda elástica. A las 8-12 semanas, la mayoría de los pacientes han alcanzado un ROM funcional (Wong, 2017). Por ejemplo, Burns et al. informaron sobre dos reparaciones de zona 4-7 manejadas con ICAM: un paciente tuvo una flexión/extensión compuesta normal a las 4 semanas y fuerza de agarre completa a las 10 semanas. Estos resultados ilustran el potencial de la rehabilitación temprana del movimiento (Burns, 2013).

También es importante el manejo de la cicatriz (masaje, desensibilización) una vez que la herida este sana, para mantener la piel y el tendón deslizándose libremente. Se educa a los pacientes para que realicen ejercicios en casa y protejan la mano del uso intensivo hasta que se les autorice (Wong, 2017).

Figura 21.

Ejemplo de una férula de movimiento relativo (yugo) para la reparación de un extensor del dedo anular (sosteniendo la MCP en extensión con respecto a los demás).



Nota: (Schwartz, 2021)

LESIONES EN ZONA 5

Las lesiones del mecanismo extensor de la mano de la zona 5 implican daños en los tendones extensores sobre las articulaciones metacarpofalángicas (MCP). Estas lesiones a menudo son el resultado de laceraciones o traumatismos cerrados, el ejemplo clásico es la "mordida de lucha" sobre la MCP). Las lesiones de la zona 5 presentan desafíos únicos en comparación con las lesiones más distales o proximales del tendón extensor, debido a estructuras anatómicas como las bandas sagitales que centralizan los tendones extensores sobre la MCP (Griffin, 2012).

Clasificación de lesiones de la banda sagital (Rayan y Murray)

Un subconjunto significativo de lesiones de la zona 5 involucra las bandas sagitales en lugar de una ruptura completa del tendón extensor. El traumatismo cerrado sobre la MCP puede romper o atenuar la banda sagital radial, lo que lleva a la subluxación o luxación del tendón extensor en la MCP. Rayan y Murray describieron tres tipos de lesiones de la banda sagital específicas de la zona 5:

- Tipo I: Contusión de la banda sagital (sin subluxación tendinosa).
- Tipo II: Ruptura de la banda sagital con subluxación del tendón: el tendón extensor se transloca, pero aún mantiene cierto contacto sobre el nudillo (a menudo se mueve hacia adelante y hacia atrás con el movimiento de los dedos).
- Tipo III: Ruptura de la banda sagital con luxación del tendón. El tendón extensor se luxa completamente (generalmente cubitalmente) de la cabeza del MCP, ya no puede extender adecuadamente esa articulación.

Clínicamente, las lesiones de tipo II se presentan con un chasquido doloroso del tendón extensor durante la flexión/extensión de la MCP, mientras que las lesiones de tipo III dan lugar a un retraso evidente del extensor o a la incapacidad de extender activamente la MCP desde una posición flexionada, con el dedo desviándose hacia el lado cubital. Esta clasificación guía el tratamiento, como se explica a continuación. El tipo I se puede manejar de manera conservadora, mientras que el tipo III puede necesitar reparación quirúrgica (Colzani, 2016).

Zona 5 vs Zonas adyacentes: por qué es importante la clasificación

Las lesiones de la zona 5 difieren de la zona 4 (sobre la falange proximal) y la zona 6 (dorso de la mano) tanto en los patrones de lesión como en el tratamiento. En la zona 4 (falange proximal), el mecanismo extensor es ancho y plano, lo que a menudo conduce a laceraciones parciales que evitan algunas bandeletas; incluso si se lesiona la bandeleta central, las bandas laterales pueden permanecer intactas. Por el contrario, las lesiones de la zona 5 en el MCP con frecuencia involucran laceraciones de alta energía o lesiones por una "mordida de lucha", que conllevan un alto riesgo de infección, o interrupciones de la banda

sagital por traumatismo cerrado. Una lesión penetrante sobre una articulación MCP se considera una mordedura humana hasta que se demuestre lo contrario en muchos casos, lo que subraya la necesidad de irrigación agresiva, desbridamiento y, con frecuencia, reparación quirúrgica en la zona 5. Además, el pronóstico en la zona 6 suele ser mejor que en las zonas más distales, ya que la lesión está más alejada de las articulaciones móviles, por lo que hay menor riesgo de que una adherencia perjudique el movimiento de la articulación (Griffin, 2012).

Manejo conservador versus quirúrgico

El tratamiento de las lesiones de los extensores de la zona 5 puede ser conservador o quirúrgico (reparación quirúrgica o reconstrucción), dependiendo de las características de la lesión. Las consideraciones clave incluyen si el tendón está completamente lacerado o parcialmente desgarrado, si la banda sagital está rota, si la lesión está abierta (especialmente una lesión por mordida) y cuánto tiempo ha pasado desde la lesión.

Manejo conservador

Dentro de las indicaciones para el manejo conservador se encuentran las laceraciones parciales del tendón: definido como una lesión que involucra <50% del ancho del tendón y que el paciente aún pueda extender activamente el dedo contra la resistencia (Esquivel, 2020). En tales casos, las fibras intactas restantes pueden cicatrizar y sanar si el dedo se inmoviliza en extensión. Otra indicación sería las lesiones cerradas de la banda sagital (Tipo I y muchas Tipo II). Las lesiones agudas de la banda sagital que se presentan dentro de aproximadamente 3 semanas a menudo se manejan inicialmente de forma conservadora. Para una contusión de tipo I o una subluxación de tipo II sin luxación completa del tendón, una férula para la articulación MCP en extensión completa (o neutra) permite que la banda sagital desgarrada sane. El protocolo de Rayan y Murray, por ejemplo, utiliza una férula palmar con la articulación MCP mantenida en hiperextensión neutra o ligera durante 3 semanas para lesiones de tipo II / III, y una sindactilia simple para el tipo I leve. Después de 3 semanas de extensión, se introduce un movimiento suave y protegido mientras se continúa con el uso de la férula a tiempo parcial durante otras 3 semanas. Usando este enfoque, informaron que la mayoría de los pacientes sanaron sin dolor y recuperaron el movimiento completo, aunque una minoría tenía una subluxación residual del tendón indolora. La nueva férula de "movimiento relativo" (también llamada órtesis de puente de banda sagital) es otra estrategia conservadora; esta mantiene la MCP del dedo lesionado ligeramente más extendido en relación con los dedos adyacentes, evitando la subluxación del tendón durante el movimiento. Una gran serie de 101 lesiones de la banda sagital tratadas con una férula de extensión de movimiento relativo durante 6 semanas mostraron un éxito de aproximadamente el 84%, incluido una resolución completa de la subluxación y los síntomas, a las 13

semanas. Estos datos sugieren que incluso las rupturas completas de la banda sagital (tipo III) a veces se pueden tratar de forma conservadora en entornos agudos, aunque la tasa de fracaso es mayor para las lesiones más graves (tipo III) o las presentaciones tardías (Wu, 2021).

Indicaciones para el manejo quirúrgico

En cuanto a las indicaciones para el manejo quirúrgico, se encuentran la ruptura completa del tendón. Un tendón extensor completamente seccionado en la zona 5 requiere reparación quirúrgica en prácticamente todos los casos. A diferencia de algunas lesiones en mazo (zona 1) donde una avulsión del tendón puede manejarse con una férula, una laceración completa de zona 5 significa que el mecanismo extensor es discontinuo en la MCP; intentar un tratamiento conservador resultaría casi con certeza en un retraso permanente en la extensión de ésta. La indicación estándar es que cualquier laceración del tendón que involucre >50% de la sustancia del tendón debe repararse quirúrgicamente, porque es poco probable que las fibras restantes mantengan una tensión normal sin alargarse o romperse. Esto es especialmente cierto en la zona 5, donde el tendón extensor es relativamente delgado y plano. La reparación quirúrgica generalmente implica una tenorrafia directa de extremo a extremo, seguida de inmovilización o movimiento controlado temprano (Esquivel, 2020).

Otra indicación son las lesiones extensas abiertas en la MCP (por ejemplo, por vidrio, cuchillos o dientes). Las lesiones por mordedura en la zona 5 son un ejemplo clásico: se consideran emergencias quirúrgicas debido al alto riesgo de infección. Incluso si el tendón no está completamente cortado por el diente, es probable que la articulación y el tendón estén inoculados con bacterias. Está indicada la exploración quirúrgica, la irrigación, el desbridamiento y la reparación primaria de cualquier defecto del tendón, junto con la terapia antibiótica (Griffin, 2012).

La reparación primaria del tendón en el contexto de una mordida humana debe abordarse con cautela; si la herida está infectada o los extremos del tendón no están sanos, se puede optar por la reconstrucción tardía del tendón después del control de la infección (Esquivel, 2020).

Además, las luxaciones de la banda sagital (tipo III) o férulas fallidas también son de manejo quirúrgico. Un ejemplo es una lesión de la banda sagital que resulta en un tendón extensor completamente luxado, incapaz de ser reducido por una férula, o si falla el manejo conservador, asociando una subluxación persistente o dolor después de unas semanas. Además, los pacientes que se presentan tarde, con lesiones crónicas >3-6 semanas, tienen menos probabilidades de tener éxito con la férula sola. La cirugía para las lesiones de la banda sagital puede implicar la reparación directa, ya sea suturar la banda sagital hacia el

capuchón extensor, o técnicas reconstructivas que utilizan un injerto o deslizamiento del tendón, como se detalla más adelante, para recrear la polea del tendón extensor en la MCP (Wu, 2021).

Resultados y complicaciones a largo plazo

Después del manejo de una lesión del mecanismo extensor de la zona 5, los pacientes pueden experimentar varios resultados a largo plazo, que van desde la recuperación funcional completa hasta déficits residuales. Hay que tener en cuenta varias complicaciones potenciales como las son un retraso en la extensión de la MCP, el cual es uno de los problemas residuales más comunes. Por ejemplo, un retraso de unos pocos grados, $<10-15^\circ$, es relativamente común y puede no causar un deterioro funcional significativo. De manera alentadora, algunos estudios han demostrado que los retrasos menores en la extensión pueden mejorar con el tiempo con la remodelación y la terapia. Un estudio de movilización temprana informó retrasos leves iniciales que mejoraron en un año, lo que resultó en que el 92% de los pacientes se calificaron con una extensión excelente, sin retraso en la extensión, en el seguimiento final (Saini, 2008).

Por otro lado, se puede generar rigidez de la articulación. Ésta puede afectar tanto a la articulación MCP como a las articulaciones adyacentes (PIP y DIP). Además, se propone la subluxación crónica de la banda sagital como otra complicación a largo plazo. Si la banda sagital no se atenúa adecuadamente, el tendón extensor puede subluxarse crónicamente. Se trata esencialmente de una lesión persistente de tipo II. Los pacientes pueden notar un chasquido o desplazamiento del tendón cuando flexionan el dedo, y pueden tener dificultades para iniciar la extensión desde una postura de la MCP completamente flexionada. Incluso si el tendón fue reparado, la banda sagital debe sanar para mantener la alineación. En algunos casos, particularmente en pacientes con artritis reumatoide o casos de trauma crónico, la banda sagital puede permanecer laxa, lo que lleva a un fenómeno recurrente de "nudillo de boxeador". Clínicamente, esto puede causar dolor, una sensación de inestabilidad o debilidad en la extensión. La serie de Rayan señaló que algunos pacientes tenían una subluxación indolora a los 2 años a pesar del tratamiento no quirúrgico, pero estaban funcionalmente bien con movimiento completo. Si la subluxación se acompaña de debilidad o incapacidad para extender la MCP, esto indica un déficit funcional más significativo (que se aproxima a una luxación de tipo III), que con frecuencia requiere una corrección quirúrgica incluso en la etapa crónica, por ejemplo, reconstruir la banda sagital mediante un injerto de tendón (Wu, 2021).

Resultados del paciente y factores pronósticos

En general, con un tratamiento oportuno y adecuado, los resultados de las lesiones extensoras de la zona 5 son favorables. De hecho, se ha demostrado que las reparaciones primarias en la zona 5 tienen mejores resultados que algunas zonas más distales. Un estudio encontró que las reparaciones de la zona 5

tuvieron una tasa de resultados del 88% de buenos a excelentes, significativamente mejor que las reparaciones en las zonas 1, 2 o 4 (Mehdinasab, 2012). Esto probablemente refleja que la zona 5 es anatómicamente indulgente de alguna manera: es una porción más gruesa del tendón que las zonas más distales, y no está tan sujeta al deslizamiento de alta fricción como las zonas sobre articulaciones, como la zona 3 o 4.

Tratamientos y técnicas emergentes

El tratamiento de las lesiones del tendón extensor ha evolucionado y la investigación en curso continúa mejorando la fuerza de reparación, la cicatrización y los resultados funcionales. Varias técnicas y conceptos nuevos ya se mencionaron previamente al discutir las técnicas emergentes en el manejo de las lesiones del mecanismo extensor de la Zona 4, como los son las técnicas avanzadas de sutura, los materiales de sutura de alta resistencia, el aumento biológico, el PRP, los andamios biológicos, los injertos y transferencias de tendones, y la técnica WALANT.

Específicamente en las reparaciones de la zona 5, se puede crear una "nueva" banda sagital o polea tendinosa utilizando un deslizamiento de un tendón vecino, por ejemplo, dividiendo el extensor común de los dedos (EDC) de un dedo adyacente. Existen varias modificaciones de la técnica clásica de Kilgore, en la que una tira de EDC se enrolla alrededor de un hueso o ligamento para recrear una banda sagital. Estas técnicas reconstructivas han sido exitosas; muchas series de casos pequeños informan de un movimiento completo sin dolor y sin subluxación después de tales reconstrucciones de injertos tendinosos. En una serie en la que se utilizó un deslizamiento de EDC de base distal que se pasó alrededor del ligamento metacarpiano transverso profundo como una nueva banda radial, todos los pacientes regresaron al trabajo en un promedio de 48 días después de la operación con tendones estables (Wu, 2021).

Protocolos de rehabilitación y plazos de recuperación funcional

La rehabilitación adecuada es tan importante como el tratamiento inicial para determinar el resultado final de las lesiones extensoras de la zona 5. El objetivo de la rehabilitación es proteger el tendón o la banda sagital en proceso de cicatrización, al tiempo que se evita la rigidez y las adherencias excesivas. Los protocolos de rehabilitación difieren ligeramente entre el manejo conservador y el manejo quirúrgico, pero en ambos casos se necesita un equilibrio entre la inmovilización y la movilización.

Inmovilización inicial

Inmediatamente después de una lesión o cirugía, la articulación MCP del dedo afectado generalmente se inmoviliza en extensión. Para un tendón de la zona 5 reparado quirúrgicamente, una postura común es la muñeca en ligera extensión (20-45°) y las articulaciones MCP en extensión completa, con las articulaciones PIP y DIP libres o incluidas según la zona de la lesión (Saini, 2008). Históricamente,

una férula estática se usaba a tiempo completo durante alrededor de 4 a 6 semanas después de la reparación del extensor, sin embargo, la evidencia de las últimas dos décadas apoya firmemente la movilización controlada temprana en lugar de la inmovilización estricta (Colzani, 2016) (Collocott, 2018). Por ejemplo, el régimen de Norwich o el protocolo de "movimiento activo temprano" implica inmovilizar la muñeca y las MCP, pero permitir un movimiento limitado y cuidadoso de los dedos casi de inmediato (Saini, 2008). Por el contrario, con el tratamiento conservador, si se está tratando una lesión de la banda sagital o un desgarro parcial, por lo general se mantiene la inmovilización completa en extensión durante las primeras 3-4 semanas de forma continua. En una férula de banda sagital, la MCP se mantiene en hiperextensión neutra o ligera y las articulaciones PIP/DIP están libres; esto a menudo se acompaña de una sindactilia a un dedo adyacente para mayor estabilidad (Wu, 2021).

Movilización temprana (0-3 semanas)

Para los casos quirúrgicos, muchos protocolos inician la movilidad dentro de la primera semana. Un protocolo de movimiento activo controlado (CAM) podría permitir al paciente, en la férula protectora, realizar una extensión activa suave de los dedos y una flexión muy limitada, hasta 30° de flexión de la MCP, a los pocos días después de la cirugía. Alternativamente, se puede utilizar un régimen de movimiento pasivo temprano, en el que el terapeuta mueve el dedo por el paciente mientras la férula está colocada (Collocott, 2018).

La férula de extensión de movimiento relativo (RMES) es un enfoque más nuevo particularmente útil para las lesiones de la zona 5-6. Los estudios indican que los protocolos RMES permiten un uso funcional más temprano de la mano, los pacientes a menudo pueden usar su mano ligeramente en cuestión de días, y un regreso más temprano al trabajo, sin aumentar el riesgo de ruptura (Collocott, 2018).

Fase intermedia (3-6 semanas)

Alrededor de 3 a 4 semanas, el protocolo de rehabilitación se ajusta en función de la cicatrización del tendón y de la presencia de cualquier retraso en la extensión. Para las reparaciones quirúrgicas, la semana 3 o 4 suele ser un hito: si el tendón está intacto y hay un retraso mínimo de la extensión, por ejemplo, <20-30°, el paciente puede comenzar a aumentar la flexión. En el protocolo de movimiento activo temprano de Norwich, a las 4 semanas evaluaron el retraso en la extensión: si había >30° de retraso, mantuvieron la férula puesta a tiempo completo hasta las 6 semanas; si no había retraso o era mínimo, cambiaban al uso de la férula nocturna (Saini, 2008). Durante esta fase intermedia, se introduce el tratamiento de la cicatriz y el control del edema para mejorar el deslizamiento del tendón. Los pacientes comienzan ejercicios más activos: ejercicios de colocar y mantener, colocar suavemente el dedo en flexión y luego tratar de sostenerlo mientras el terapeuta lo suelta, y ejercicios de bloqueo gradual para recuperar la flexión en las articulaciones.

A las 5-6 semanas, ya sea postoperatorio o manejo conservador, el objetivo es que el paciente recupere la flexión completa de los dedos (Collocott, 2018).

Fase tardía (6-12 semanas)

Después de 6 semanas, la reparación del tendón extensor y/o la banda sagital, tiene suficiente fuerza como para que la férula se suspenda por completo. Se recomienda al paciente que use la mano para la mayoría de las actividades ligeras de la vida diaria a las 6 a 8 semanas. Los ejercicios de fortalecimiento se intensifican en esta etapa: extensión resistida, agarre más fuerte y tareas funcionales. A las 8 semanas, muchos pacientes pueden alcanzar un rango de movimiento activo casi completo de los dedos (Collocott, 2018).

Es importante individualizar la rehabilitación en función de cómo progresa el paciente. Si en algún punto de control el tendón parece tenue, el tratamiento puede reducirse para proteger la reparación. Por el contrario, si el movimiento es demasiado limitado, puede entrar en juego una movilización más intensiva o incluso una consideración de la liberación quirúrgica en una fecha posterior. En la rehabilitación, un enfoque de equipo en el que el cirujano, el terapeuta y el paciente trabajan juntos proporciona el mejor resultado. Al adherirse a protocolos bien establecidos y hacer ajustes basados en la cicatrización, la mayoría de los adultos con lesiones del mecanismo extensor de la zona 5 pueden esperar recuperar el uso funcional y sin dolor de su mano a los pocos meses de la lesión.

LESIONES ZONA 6, 7 Y 8

Las lesiones agudas del mecanismo extensor en las zonas 6, 7 y 8 de la mano implican laceraciones o rupturas de los tendones extensores sobre la mano dorsal, la muñeca y el antebrazo distal. Estas lesiones son significativas debido al impacto que tienen en la función de la mano. Si estas lesiones no se manejan adecuadamente, pueden provocar déficits de extensión duraderos y por consiguiente una discapacidad.

En la clasificación de la zona de Verdan la zona 6 corresponde al dorso de la mano sobre los metacarpianos, la zona 7 a la región de la muñeca, y la zona 8 al antebrazo distal. Las lesiones en estas zonas presentan desafíos únicos: las lesiones de la zona 7 a menudo involucran el retináculo extensor y la articulación de la muñeca, mientras que las lesiones de la zona 8 ocurren cerca de la unión musculotendinosa. La comprensión de estas distinciones guía la estrategia de tratamiento y los protocolos de rehabilitación.

Mecanismo de la lesión y presentación clínica

Las lesiones del tendón extensor en las zonas 6-8 suelen ser el resultado de laceraciones agudas por cortes de cuchillo o vidrio en el dorso de la mano/muñeca, de lesiones por aplastamiento o avulsión, y

de rupturas degenerativas o de desgaste. Un ejemplo de ésta última causa es la artritis reumatoide (AR). Como se evidenció en este trabajo anteriormente, la sinovitis crónica y la tenosinovitis pueden erosionar los tendones extensores sobre la muñeca cubital (EDC a los dedos meñique y anular), lo que lleva a una secuencia de rupturas de Vaughan-Jackson. Del mismo modo, las lesiones o cirugías pasadas pueden crear desgaste por desgaste. Por ejemplo, después de la fijación interna de una fractura de radio distal, el material de osteosíntesis dorsal o una espiga ósea pueden arrastrar y romper el tendón EPL en la zona 7. Estas rupturas cerradas a menudo ocurren semanas o meses después del evento desencadenante, sin una nueva herida asociada (Colzani, 2016).

Los pacientes con una lesión aguda de los extensores de la zona 6-8 suelen presentar pérdida de la extensión activa de los dedos o la muñeca afectados. Las características clave de la presentación incluyen: una herida o traumatismo visible y un retraso en la extensión de las articulaciones de la muñeca y los dedos.

Un examen físico completo de la mano es crucial. Se recomienda probar la extensión activa de cada dedo en todas las articulaciones: aislando los tendones para revisarlos de forma individual, esto minimiza la ayuda de las junturas. Además, se propone evaluar el efecto de tenodesis: flexionar y extender suavemente la muñeca; normalmente, los dedos se moverán en dirección opuesta (la flexión de la muñeca provoca una extensión pasiva de los dedos). Si se lesiona un tendón, es posible que el dedo afectado no se extienda completamente con la flexión de la muñeca. También, se recomienda realizar una extensión compuesta: hacer que el paciente intente extender la muñeca y todos los dedos juntos; la incapacidad de hacerlo, con la mano cayendo en flexión, sugiere una lesión de zona 7 u 8 que involucra los extensores comunes de la muñeca (Colzani, 2016).

Por último, se ha descrito un "hundimiento" de la articulación MCP en las lesiones de la zona 7. Si el retináculo extensor se rompe, los tendones extensores pueden arquearse. Clínicamente, puede haber una prominencia de los tendones en el intento de extensión o una pérdida de la alineación normal del tendón dorsal sobre las articulaciones MCP. Además, si también se lesionó una banda sagital o si la disrupción del retináculo causa problemas de seguimiento del tendón, el paciente puede tener un tendón extensor que se rompe o se subluxa sobre el MCP durante la flexión/extensión (Colzani, 2016).

Imágenes

Deben obtenerse en prácticamente todos los casos de lesiones traumáticas de los extensores unas radiografías simples. Las radiografías ayudan a detectar lesiones esqueléticas asociadas y pueden revelar

cuerpos extraños (vidrio, metal) en la herida. Se indican las vistas estándar de la mano/muñeca (AP, lateral, oblicua) (Beutel, 2024).

Estrategias de gestión

El tratamiento de las lesiones del tendón extensor de las zonas 6 a 8 puede ser conservador o quirúrgico, dependiendo de la gravedad de la lesión, la discontinuidad del tendón y los factores del paciente. El plan de tratamiento está guiado por la zona y la naturaleza de la lesión, ya que las diferentes zonas tienen diferentes estructuras en riesgo. Un principio general es intentar un tratamiento conservador cuando la lesión es de bajo grado y se espera que cicatrice bien con la inmovilización, pero se debe proceder con la reparación quirúrgica para interrupciones completas o casos en los que los extremos del tendón no estén en cercanía, como se ha visto a lo largo de este trabajo (Colzani, 2016).

Tratamiento conservador

Las laceraciones tendinosas pequeñas y de espesor parcial (<50% del ancho del tendón) sin pérdida significativa de extensión a menudo se pueden tratar de manera conservadora. Se recomienda inmovilizar las unidades tendinosas afectadas en extensión. Por lo general, para las lesiones de zona 6: el dedo, la muñeca y la articulación MCP del dedo afectado se inmovilizan en extensión, o una ligera hiperextensión en la MCP, para aproximar los extremos del tendón y aliviar la tensión. Para lesiones parciales de extensores de muñeca (zona 7-8), se puede usar una férula de extensión de muñeca. Por lo general, las férulas se usan de forma continua durante varias semanas (3 a 4 semanas) y se pueden ajustar para permitir un movimiento limitado a partir de entonces (Colzani, 2016).

Manejo quirúrgico

La reparación quirúrgica es el pilar de la mayoría de las lesiones agudas del tendón extensor de la zona 6-8, especialmente todas las laceraciones completas y las lesiones abiertas. Se prefiere la cirugía temprana, a los pocos días de la lesión, para prevenir la retracción del tendón y la contractura de la cicatriz. La reparación primaria se realiza idealmente en la primera semana. El retraso puede requerir una reconstrucción más compleja debido a la retracción o degeneración del extremo del tendón. Estas reparaciones se realizan bajo anestesia regional o general con un torniquete (Beutel, 2024).

Reparación primaria del tendón

En una laceración limpia con tejido tendinoso adecuado, los extremos del tendón se suturan de extremo a extremo. Se utiliza una técnica de sutura central con suturas no absorbibles 2-0 o 3-0 para proporcionar fuerza debido al mayor tamaño del tendón en las zonas 6-8. Las técnicas comunes son las suturas de Kessler modificadas, Bunnell modificadas o en forma de ocho. Las técnicas más nuevas, como el punto de cruz del "Mass General Hospital" (MGH), han demostrado una resistencia aún mayor a la

formación de espacios, debido a que las reparaciones de núcleos de múltiples hebras, por ejemplo, una sutura de más de 4 hebras, mejoran significativamente la resistencia a la tracción en comparación con las suturas simples más antiguas (Colzani, 2016).

Reparación/Reconstrucción del Retináculo Extensor

Las lesiones de la zona 7 merecen una mención especial. Si el retináculo extensor está lesionado, debe repararse o reconstruirse. Si falta una porción grande, se puede usar un injerto de fascia para reconstruirlo. Esto asegura que los tendones reparados continúen deslizándose por debajo del retináculo y no se levanten de la muñeca, deformándose en cuerda de arco, lo que perjudicaría gravemente la función (Colzani, 2016).

Estructuras adyacentes

Se tiene cuidado de inspeccionar y reparar cualquier lesión concomitante, como lo son los nervios sensitivos dorsales, como las ramas superficiales del nervio radial o la rama sensitiva cubital dorsal o las juntas tendinosas. Por lo general, la reparación del tendón es la prioridad; las lesiones nerviosas se pueden reparar si se identifican. Sin embargo, en las zonas 6 y 8, las lesiones graves de los nervios o las arterias son menos comunes que en el lado flexor.

Injerto y reconstrucción de tendones

Si la lesión es tal que no es posible la reparación primaria de extremo a extremo, generalmente debido a un espacio o pérdida de tejido, se necesita una reconstrucción quirúrgica: ya sea con injerto de tendón, una transferencia tendinosa, una tenorrafia de lado a lado como en algunas lesiones de zona 8 en la unión miotendinosa, en donde el tejido muscular es demasiado friable para sostener suturas. Una alternativa es suturar el extremo distal del músculo lesionado de lado a lado a un tendón extensor intacto adyacente (Colzani, 2016). También se ha propuesto la reconstrucción en dos etapas utilizando una varilla de silicón, como se mencionó antes en esta actualización.

En resumen, las lesiones del tendón extensor de las zonas 6-8 generalmente requieren reparación quirúrgica, especialmente si el tendón está completamente lacerado o retraído. Se prefiere la reparación primaria de extremo a extremo con suturas centrales y epitendinosas cuando sea posible. La reparación del retináculo extensor en la zona 7 es crucial para prevenir una deformidad en arco. Cuando la reparación primaria no es factible, se emplean injertos de tendones, transferencias o reconstrucciones por etapas. Estas intervenciones, combinadas con un tratamiento postoperatorio adecuado, tienen como objetivo restaurar la continuidad y el deslizamiento de los extensores, al tiempo que minimizan las complicaciones.

Pronóstico a largo plazo

La mayoría de los pacientes con lesiones aisladas de la zona 6-8 recuperan una buena función: pueden extender la muñeca y los dedos lo suficiente para las actividades normales, y la flexión suele ser casi normal si la rehabilitación es exitosa. La fuerza de agarre puede reducirse ligeramente en comparación con antes de la lesión o en el lado opuesto, en parte debido a la tensión de los extensores o a las adherencias persistentes (los extensores contribuyen a estabilizar la muñeca durante el agarre) (Griffin, 2012).

Con las técnicas modernas, las perspectivas para las reparaciones de extensores de las zonas 6-8 son favorables. Se ha demostrado que los pacientes con lesiones de las zonas 6-8, manejados quirúrgicamente, recuperan un promedio de >85-90% del movimiento normal, sin embargo, los factores del paciente, como la edad, tabaquismo, y la diabetes mellitus, pueden afectar la cicatrización. Los pacientes con artritis reumatoide que tienen rupturas de tendón tienen una enfermedad articular coexistente, que puede limitar el movimiento final incluso después de la reparación o transferencia del tendón (Beutel, 2024).

En resumen, las complicaciones como el retraso de los extensores, las adherencias y la rigidez son las principales preocupaciones después del tratamiento. La mayoría se mitigan mediante una técnica quirúrgica cuidadosa y una terapia guiada. Se ha observado ampliamente que las reparaciones de extensores en las zonas 6-8 tienen mejores resultados que las de los dedos, debido a que hay un tamaño de tendón más robusto y demandas de excursión más simples. Cuando surgen complicaciones, las intervenciones secundarias, tenólisis, reequilibrio de tendones, entre otras, pueden mejorar significativamente el resultado.

Tratamientos y técnicas emergentes

Los avances en la técnica quirúrgica y la biotecnología continúan mejorando los resultados de la reparación del tendón extensor en estas zonas.

La frontera del tratamiento de este tipo de lesiones incluye técnicas de reparación más fuertes, por ejemplo, suturas entrelazadas), mejoras biológicas (PRP, factores de crecimiento), y materiales o dispositivos innovadores para apoyar la reparación, como se ahondó previamente en las lesiones de Zona 4 y Zona 5. El objetivo de estos avances es permitir una movilización más temprana y mejorar la calidad de la cicatrización, reduciendo así complicaciones como adherencias o rupturas. A medida que se acumula la evidencia de los ensayos clínicos, estas terapias emergentes podrían convertirse en estándar en la próxima generación de práctica de cirugía de mano.

Protocolos de Rehabilitación y Plazos de Recuperación Funcional

La rehabilitación adecuada es tan crucial como la cirugía en sí misma para determinar el resultado de las lesiones. Históricamente, el tratamiento de las reparaciones del tendón extensor implicaba una

inmovilización prolongada, alrededor de 4 a 6 semanas, para proteger la reparación. Sin embargo, la terapia moderna se inclina hacia protocolos de movilización tempranos y controlados para prevenir la rigidez y las adherencias de las articulaciones, especialmente en las zonas 5-7 (Beutel, 2024).

En resumen, la rehabilitación de las lesiones extensoras de las zonas 6 y 8 equilibra la protección con la movilización. El movimiento protegido temprano, especialmente el uso de férulas de movimiento relativo ha mostrado excelentes resultados. La mayoría de los pacientes pueden esperar reanudar sus actividades normales aproximadamente 3 meses después de la lesión con una pérdida funcional mínima, siempre que se adhieran a la terapia. La estrecha colaboración entre el equipo quirúrgico y los terapeutas de la mano en el diseño de un protocolo de rehabilitación individualizado es crucial para un resultado óptimo (Miller, 2022).

CONCLUSIÓN

Resultados comparativos del tratamiento quirúrgico frente al tratamiento conservador

La literatura reciente subraya que tanto los abordajes quirúrgicos como los conservadores pueden producir excelentes resultados en las lesiones agudas del mecanismo extensor, y que la elección del tratamiento depende en gran medida de las características de la lesión. En general, se recomienda la reparación quirúrgica primaria para las disrupciones completas del tendón, especialmente las laceraciones abiertas, para restablecer la continuidad y prevenir el retraso de la extensión. Por ejemplo, cualquier laceración del tendón extensor que involucre más de 50% del calibre del tendón o que cause incapacidad para extender activamente la articulación, suele ser una indicación para la reparación quirúrgica. La reparación quirúrgica restaura la anatomía del tendón y permite una movilización más temprana en muchos casos, pero conlleva riesgos como la formación de adherencias, infecciones o reruptura del tendón, si la cicatrización se ve comprometida.

El tratamiento conservador, que suele implicar la inmovilización con férula en extensión, desempeña un papel clave en determinadas lesiones. Los desgarros parciales del tendón de <50% del ancho del tendón sin pérdida significativa de extensión, generalmente se pueden tratar de manera conservadora con férula y cuidado de la herida, con buenos resultados funcionales. Del mismo modo, las lesiones cerradas de la Zona 1 y las lesiones agudas de la bandeleta central (zona III, que conducen a la deformidad de Boutonnière si no se tratan) son ejemplos clásicos en los que la inmovilización puede ser muy eficaz.

La evidencia de alta calidad indica que los resultados de los dedos en martillo tratados de forma no quirúrgica, con férula de extensión articular DIP continua, son generalmente equivalentes a los tratados con diversas técnicas quirúrgicas. En una revisión sistemática de 2018, se informó que tanto las intervenciones

quirúrgicas como las no quirúrgicas para el dedo en martillo dieron lugar a un excelente rango de movimiento final, con una diferencia promedio de retraso en la extensión de solo alrededor de 2° entre los grupos, y sin una disparidad significativa en las tasas generales de complicaciones (aproximadamente 13 % frente a 15 %) (Lin, 2018).

En resumen, el consenso actual es que el tratamiento debe ser individualizado: las lesiones tendinosas no complicadas, especialmente en las zonas I a III, con frecuencia funcionan bien con la inmovilización, mientras que las interrupciones complejas o completas requieren reparación quirúrgica para una alineación óptima. Ambos enfoques pueden producir excelentes resultados cuando se seleccionan adecuadamente, y no existe evidencia suficiente para favorecer categóricamente uno sobre el otro en todos los casos (Lin, 2018). Por lo tanto, los médicos deben sopesar el tipo y la gravedad de la lesión frente a los riesgos y beneficios de cada método, con el objetivo de restaurar la continuidad del tendón y la función digital por los medios más seguros posibles.

Importancia de la intervención temprana y la rehabilitación

El tratamiento oportuno y la rehabilitación son determinantes críticos del éxito de las lesiones del mecanismo extensor. La intervención temprana, ya sea la reparación quirúrgica o la aplicación de férulas, previene las deformidades secundarias y facilita una mejor recuperación. El tratamiento inadecuado o tardío en el entorno agudo puede provocar una disfunción o deformidad permanente, como retrasos crónicos de los extensores, deformidades de Boutonnière o cuello de cisne y contracturas articulares. Por lo tanto, no se puede exagerar el reconocimiento y la gestión rápida. Los expertos recomiendan que cuando la cirugía esté indicada, se realice lo antes posible, idealmente dentro de la primera semana, y ciertamente dentro de las 2 semanas posteriores a la lesión, para mejorar el éxito de la reparación. La reparación temprana minimiza la retracción del tendón y la cicatrización, lo que simplifica la reconstrucción y probablemente mejore los resultados. Incluso cuando la cirugía definitiva se retrasa; la inmovilización provisional del dedo lesionado en extensión es esencial para evitar que los extremos del tendón se separen aún más. Los protocolos clínicos también destacan que un retraso en el tratamiento inicial se asocia con un peor pronóstico, que a menudo requiere una inmovilización más prolongada o una reconstrucción compleja.

Además, es crucial el inicio de un programa de rehabilitación estructurado tan pronto como sea seguro hacerlo. Históricamente, las reparaciones del tendón extensor se inmovilizaban durante semanas para proteger la reparación; sin embargo, la inmovilización prolongada a menudo conducía a rigidez y adherencias que comprometían la flexión más que la lesión original (Newport, 1990). La práctica contemporánea favorece la movilización controlada temprana en la mayoría de los casos para mejorar el

deslizamiento del tendón y prevenir la rigidez articular. Existe una fuerte evidencia de múltiples revisiones sistemáticas de que los protocolos de movimiento temprano producen mejores resultados de rango de movimiento en comparación con la inmovilización estricta después de la reparación del tendón extensor (Collocott, 2018). La movilización temprana debe controlarse cuidadosamente para evitar un estrés excesivo en el tendón en proceso de cicatrización. Enfoques como los protocolos de "movimiento activo temprano" (EAM, por sus siglas en inglés) bajo la supervisión del terapeuta o la férula de movimiento relativo han tenido éxito en equilibrar la protección con la movilidad. Se ha demostrado que los pacientes tratados con férulas de movimiento relativo vuelven al trabajo y a la función antes que los que se manejan con férulas estáticas tradicionales, sin aumento de la ruptura del tendón u otras complicaciones (Collocott, 2018). El ejercicio activo temprano, iniciado dentro de los primeros días después de la reparación de manera controlada, puede mejorar significativamente el movimiento activo total en las articulaciones de los dedos y acelerar la recuperación funcional (Patil, 2012). Por el contrario, si la rehabilitación es inadecuada o tardía, el paciente puede desarrollar adherencias y contracturas articulares difíciles de revertir. Por lo tanto, es primordial una estrecha coordinación con la terapia de manos.

Papel de la terapia

Los terapeutas de manos certificados guían el proceso de rehabilitación. Éstos fabrican férulas personalizadas, incluidas las férulas estabilizadoras dinámicas o las férulas de yugo, enseñan ejercicios y monitorean el progreso. También abordan la desensibilización de las cicatrices y educan al paciente en ejercicios de deslizamiento de los tendones para minimizar las adherencias. La educación y el cumplimiento del paciente son cruciales: el mejor protocolo significa poco si el paciente no lo cumple. Los estudios enfatizan repetidamente que el cumplimiento del paciente con el uso de la órtesis y la realización de ejercicios se correlaciona con los resultados. Los terapeutas a menudo programan visitas semanales o quincenales en las primeras 6 semanas para ajustar las inmovilizaciones, por ejemplo, aumentando gradualmente el ángulo de flexión permitido, y para asegurarse de que el movimiento del paciente esté en buen camino.

Tendencias emergentes y direcciones futuras

El tratamiento de las lesiones del mecanismo extensor sigue evolucionando, y la investigación se centra en mejorar la cicatrización, reducir la invasividad y mejorar la comodidad del paciente. Las terapias biológicas representan una frontera prometedora. Estos enfoques tienen como objetivo modular el entorno de cicatrización del tendón a nivel molecular para promover una reparación más fuerte y rápida con menos cicatrices (Schreck, 2018). Los factores de crecimiento y los agentes bioactivos están siendo investigados por su potencial para mejorar la proliferación de las células tendinosas y la organización del colágeno. Por

ejemplo, los tratamientos como las inyecciones de plasma rico en plaquetas (PRP), o administrar factores de crecimiento concentrados (PDGF, TGF- β , VEGF) en los sitios de lesión, se ha demostrado que estimulan la cicatrización del tendón y posiblemente reducen la formación de adhesión. Si bien los resultados clínicos con PRP en lesiones agudas de tendones aún son inconsistentes y están bajo estudio, los refinamientos en la aplicación biológica (formulaciones óptimas, momentos, etc.) pueden eventualmente permitir el aumento de las reparaciones de tendones para lograr una cicatrización más robusta (Schreck, 2018). De manera similar, la investigación en ingeniería de tejidos está explorando andamios e injertos, como conductos a base de colágeno o tendones bioartificiales, para cerrar brechas o reforzar las reparaciones en lesiones graves.

Paralelamente, las técnicas quirúrgicas tienden hacia abordajes mínimamente invasivos y basados en la precisión. Los avances en la instrumentación y la anestesia ahora permiten que algunas lesiones de tendones se aborden con incisiones más pequeñas y menos trauma quirúrgico. Por ejemplo, los métodos de fijación percutánea para las lesiones de dedos en martillo han reemplazado en gran medida a las reducciones abiertas más invasivas, produciendo buenos resultados con una interrupción mínima de los tejidos blandos. Otra innovación es la adopción de técnicas de anestesia local sin torniquete (WALANT) durante los procedimientos de reparación del tendón. La cirugía de mano WALANT permite la evaluación intraoperatoria del movimiento activo de los dedos y el deslizamiento del tendón, lo que permite al cirujano ajustar la tensión de la sutura y confirmar la fuerza de reparación con el movimiento activo del paciente antes del cierre. Esta retroalimentación en tiempo real puede mejorar la precisión de las reparaciones y potencialmente reducir la necesidad de reintervenciones. Además, se han desarrollado nuevas técnicas de sutura para aumentar la resistencia de las reparaciones del tendón y permitir el movimiento temprano. Un ejemplo notable es la técnica de sutura de colchón horizontal entrelazado (RIHM) para tendones extensores, que ha demostrado una resistencia biomecánica superior en comparación con los métodos tradicionales de sutura central. Los estudios clínicos que compararon la RIHM con la reparación clásica modificada de Kessler demostraron que el método RIHM puede resistir las fuerzas de la movilización temprana y dieron lugar a mejores resultados generales sin tasas de complicaciones más altas (Shaju, 2021). Estas construcciones de reparación robustas son alentadoras porque facilitan la implementación de protocolos de rehabilitación activa temprana, acelerando así la recuperación.

Los avances tecnológicos en la rehabilitación también están influyendo en el tratamiento de las lesiones extensoras. La fabricación de órtesis personalizadas mediante impresión 3D es una tendencia emergente que ofrece un ajuste personalizado y una mayor comodidad para los pacientes. Las férulas impresas tridimensionales se pueden producir rápidamente y modificar fácilmente, a un costo

potencialmente menor que las férulas termoplásticas tradicionales (Nam, 2018). Esta tecnología se ha aplicado en lesiones de manos para crear férulas de extensión livianas y transpirables para los dedos, lo que puede mejorar el cumplimiento del paciente con los regímenes de inmovilización. Además, la integración de la tecnología de sensores de movimiento y las plataformas de tele-rehabilitación está en el horizonte: por ejemplo, los dispositivos portátiles que rastrean el movimiento de los dedos podrían proporcionar retroalimentación tanto al paciente como al terapeuta, asegurando que los ejercicios se realicen de manera correcta y segura en casa. Si bien estas herramientas de salud digital aún se están desarrollando, se alinean con un movimiento más amplio hacia la optimización de la rehabilitación a través de la tecnología.

En general, es probable que el futuro del tratamiento de las lesiones del mecanismo extensor esté marcado por la innovación multidisciplinaria. Las mejoras biológicas y las terapias génicas podrían algún día reducir los tiempos de cicatrización. Las nuevas herramientas quirúrgicas y las imágenes podrían permitir reparaciones a través de pequeños abordajes percutáneos; y los dispositivos de rehabilitación inteligentes podrían personalizar la terapia según el progreso de cada paciente. Se necesitan investigaciones y ensayos clínicos continuos para validar estas terapias emergentes. Mientras tanto, se están adoptando progresivamente las mejores prácticas en evolución, como técnicas de sutura más sólidas y métodos de férulas dinámicas, lo que lleva a mejoras incrementales en los resultados de los pacientes. El énfasis sigue siendo lograr una reparación estable con una invasividad mínima y permitir el retorno temprano de la función, y los nuevos avances se evalúan continuamente en función de estos objetivos.

Factores específicos del paciente en las decisiones de tratamiento y el pronóstico

Cada lesión del tendón extensor debe evaluarse en el contexto de cada paciente. Los factores específicos del paciente, como la edad, las comorbilidades, el mecanismo de la lesión y los requisitos funcionales influyen significativamente en la planificación del tratamiento y los resultados esperados.

La edad es un modificador conocido de la capacidad de cicatrización y la rigidez de las manos. Las lesiones de tendones en pacientes mayores con frecuencia tienen un peor pronóstico, ya que los tendones envejecidos son menos robustos y pueden sanar más lentamente con una mayor formación de adherencias. Por el contrario, los pacientes más jóvenes tienden a tener tejidos blandos más elásticos y pueden recuperar el movimiento más fácilmente, por lo que toleran mejor los protocolos de movilización temprana.

Las comorbilidades también juegan un papel fundamental. Las enfermedades sistémicas que afectan la calidad de los tejidos, como la artritis reumatoide, la diabetes mellitus o los trastornos del tejido conectivo, pueden predisponer a los pacientes a sufrir lesiones tendinosas y perjudicar el proceso de cicatrización. Por ejemplo, la reparación de los tendones en un paciente con AR puede requerir

tenosinovectomía concomitante o transferencias de tendones, y el pronóstico está protegido por la actividad de la enfermedad subyacente. Los pacientes diabéticos o fumadores pueden tener una circulación microvascular reducida, lo que puede conducir a una cicatrización más lenta y tasas de complicaciones más altas (infección o reruptura del tendón), lo que podría dirigir al médico hacia un tratamiento más conservador inicialmente o requerir un seguimiento postoperatorio más estrecho.

El mecanismo de la lesión y el alcance del trauma también son consideraciones clave. Una laceración afilada y aislada en un tendón sano, por ejemplo, un corte limpio con un cuchillo de cocina es más susceptible a una reparación primaria con una expectativa de buena recuperación, mientras que una lesión por aplastamiento o avulsión implica un daño extenso de los tejidos blandos, una lesión ósea o pérdida de la piel. Este último escenario puede requerir una reconstrucción por etapas, como injertos o colgajos de tendones, y conlleva un pronóstico más reservado debido a la cicatrización de múltiples estructuras. Del mismo modo, las lesiones abiertas conllevan riesgos de contaminación y requieren un desbridamiento quirúrgico cuidadoso; si una herida está muy contaminada es obligatoria una intervención quirúrgica urgente con irrigación, desbridamiento y antibióticos antes de la reparación definitiva del tendón. Por el contrario, las lesiones cerradas, como un dedo en martillo cerrado, se pueden tratar sin cirugía, pero incluso entonces la gravedad de la lesión, por ejemplo, la presencia de un gran fragmento óseo influirá en la elección del tratamiento.

Quizás el factor específico más importante del paciente es la demanda funcional y los objetivos personales del individuo. El tratamiento de una lesión del tendón extensor en un atleta de alto nivel o un trabajador manual puede diferir del de un individuo más sedentario, incluso para lesiones similares. Los pacientes de alta demanda a menudo requieren el tratamiento y la rehabilitación más agresivos para restaurar la función casi normal, ya que incluso un pequeño retraso en la extensión o la pérdida de la destreza de los dedos podría afectar su sustento o rendimiento. Por ejemplo, un músico de élite o un escalador de rocas puede no tolerar un déficit de extensión residual que sería intrascendente para un paciente promedio; esto podría inclinar la decisión hacia la reparación quirúrgica y la terapia intensiva en casos límite. Por otro lado, un paciente anciano con bajas demandas funcionales podría elegir razonablemente un enfoque menos invasivo, como la inmovilización, y aceptar una deformidad residual menor, en lugar de asumir los riesgos de la cirugía. Estas preferencias subrayan la necesidad de una toma de decisiones compartida en la selección del tratamiento.

La dominancia de la mano también puede ser un factor. Las lesiones en la mano dominante pueden justificar un tratamiento más proactivo para garantizar una recuperación óptima de la función de la mano,

mientras que las lesiones similares en la mano no dominante pueden tratarse de forma más conservadora si el paciente así lo prefiere. Además, la capacidad del paciente para adherirse a un régimen de rehabilitación postoperatoria es una consideración crítica. Se ha demostrado repetidamente que el cumplimiento de la férula y los ejercicios influye en los resultados. Si es poco probable que un paciente mantenga una férula a tiempo completo o asista a terapia, debido a problemas cognitivos o limitaciones laborales, el médico podría preferir una solución quirúrgica que proporcione más estabilidad inherente; o, por el contrario, en algunos casos evitar la cirugía si el paciente no puede cumplir con la atención posquirúrgica requerida. En esencia, la estrategia de tratamiento ideal es aquella en la que el paciente pueda participar plenamente.

El manejo exitoso de las lesiones agudas del mecanismo extensor en adultos se logra combinando los principios generales de la literatura con consideraciones adaptadas al paciente. Los hallazgos clave de los estudios contemporáneos reafirman la importancia de restaurar el mecanismo extensor, ya sea a través de una reparación quirúrgica meticulosa o por medios conservadores vigilantes, con resultados favorables en ambos casos cuando se aplican los criterios de manera adecuada. El tratamiento definitivo temprano y la rehabilitación mejoran en gran medida la recuperación funcional, reduciendo la discapacidad a largo plazo. Además, las innovaciones emergentes en productos biológicos, técnicas quirúrgicas y tecnología de rehabilitación prometen mejorar aún más la cicatrización de los tendones y la experiencia del paciente en el futuro.

Por último, apreciar los factores específicos del paciente (edad, salud, contexto de la lesión y necesidades funcionales) es crucial para guiar las decisiones de tratamiento y establecer pronósticos realistas. Al integrar estos factores, los médicos pueden optimizar los planes de atención para garantizar que cada paciente logre la mejor función de la mano y la mejor calidad de vida posibles después de una lesión del mecanismo extensor. Por lo tanto, el panorama cambiante del tratamiento de las lesiones del tendón extensor refleja una tendencia hacia intervenciones más personalizadas y basadas en la evidencia, basadas en una terapia agresiva temprana y aumentadas por nuevos avances que continúan desarrollándose.

BIBLIOGRAFIA

- Abdullah S. (2015). Usage of synthetic tendons in tendon reconstruction. *BMC Proceedings*, 9(Suppl 3), A68. <https://doi.org/10.1186/1753-6561-9-S3-A68>
- Alla, S. R., Deal, N. D., & Dempsey, I. J. (2014). Current concepts: mallet finger. *Hand (New York, N.Y.)*, 9(2), 138–144. <https://doi.org/10.1007/s11552-014-9609-y>
- Ayhan, E., Arslan, O. B., Cevik, K., & Oksüz, C. (2024). *Relative motion extension splint after extensor tendon reconstruction. Journal of Hand and Microsurgery*, 16(1), Article 100020. [https://doi.org/10.1055/s-0043-1761222**​:contentReference\[oaicite:3\]{index=3}](https://doi.org/10.1055/s-0043-1761222**​:contentReference[oaicite:3]{index=3})
- Balakrishnan, T. M., Subbaraj, H., & Jaganmohan, J. (2019). Anatomy of Landsmeer Ligaments Redefined. *Indian journal of plastic surgery : official publication of the Association of Plastic Surgeons of India*, 52(2), 195–200. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1695802>
- Bas, C. E., Ayhan, E., Kunu, O., & Kuru, C. A. (2022). Successful Boutonniere Reconstruction With Wide-Awake Local Anesthesia No Tourniquet. *Journal of hand surgery global online*, 4(6), 421–425. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2022.05.001>
- Bellemère P. (2015). Treatment of chronic extensor tendons lesions of the fingers. *Chirurgie de la main*, 34(4), 155–181. <https://doi.org/10.1016/j.main.2015.05.001>
- Beutel, B. G., Gutowski, K. S., & Marappa-Ganeshan, R. (2024). *Hand extensor tendon lacerations*. In StatPearls. StatPearls Publishing. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554431/>
- Bezirgan, U., Acar, E., Erdoğan, Y., & Armangil, M. (2023). The diagnostic value of ultrasonography and magnetic resonance imaging in missed hand tendon injuries. Atlanmış el tendon yaralanmalarında ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntülemenin tanısal değeri. *Ulusal travma ve acil cerrahi dergisi = Turkish journal of trauma & emergency surgery : TJTES*, 29(4), 530–537. <https://doi.org/10.14744/tjtes.2023.78622>
- Binstead, J. T., Tafti, D., & Hatcher, J. D. (2023). Boutonniere Deformity. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Brody, M. J., & Merrell, G. A. (2015). The Effect of Progressive Extensor Retinaculum Excision on Wrist Biomechanics and Bowstringing. *The Journal of hand surgery*, 40(12), 2388–2392. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.07.033>
- Burns, M. C., Derby, B., & Neumeister, M. W. (2013). Wyndell merritt immediate controlled active motion (ICAM) protocol following extensor tendon repairs in zone IV-VII: review of literature, orthosis design, and case study-a multimedia article. *Hand (New York, N.Y.)*, 8(1), 17–22. <https://doi.org/10.1007/s11552-012-9488-z>

- Castro Appiani, L. M., Castro, S., Romero, B., Díaz Salas, J. D., Vindas, P., Soto, R., Artavia, C. C., Kamal, R., & Shapiro, L. M. (2023). Upper Extremity Trauma in Costa Rica - Evaluating Epidemiology and Identifying Opportunities. *Current orthopaedic practice*, 34(6), 280–284. <https://doi.org/10.1097/bco.0000000000001233>
- Chinchalkar, S. J., Barker, C. A., & Owsley, B. (2015). Relationship Between Juncturae Tendinum and Sagittal Bands. *Journal of hand and microsurgery*, 7(1), 96–101. <https://doi.org/10.1007/s12593-015-0172-8>
- Collocott, S. J. F., Kelly, E., Foster, M., Myhr, H., Wang, A., & Ellis, R. F. (2020). A randomized clinical trial comparing early active motion programs: Earlier hand function, TAM, and orthotic satisfaction with a relative motion extension program for zones V and VI extensor tendon repairs. *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.10.003>
- Crowe, C. S., Massenbun, B. B., Morrison, S. D., Chang, J., Friedrich, J. B., Abady, G. G., Alahdab, F., Alipour, V., Arabloo, J., Asaad, M., Banach, M., Bijani, A., Borzi, A. M., Briko, N. I., Castle, C. D., Cho, D. Y., Chung, M. T., Daryani, A., Demoz, G. T., Dingels, Z. V., ... James, S. L. (2020). Global trends of hand and wrist trauma: a systematic analysis of fracture and digit amputation using the Global Burden of Disease 2017 Study. *Injury prevention : journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 26(Suppl 1), i115–i124. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043495>
- Colzani, G., Tos, P., Battiston, B., Merolla, G., Porcellini, G., & Artiaco, S. (2016). Traumatic Extensor Tendon Injuries to the Hand: Clinical Anatomy, Biomechanics, and Surgical Procedure Review. *Journal of hand and microsurgery*, 8(1), 2–12. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1572534>
- Davasaksan, A., Durusoy, R., Bal, E., Kayalar, M., Ada, S., & Tanik, F. A. (2012). Risk factors for occupational hand injuries: relationship between agency and finger. *American journal of industrial medicine*, 55(5), 465–473. <https://doi.org/10.1002/ajim.22016>
- de Jong, J. P., Nguyen, J. T., Sonnema, A. J., Nguyen, E. C., Amadio, P. C., & Moran, S. L. (2014). The incidence of acute traumatic tendon injuries in the hand and wrist: a 10-year population-based study. *Clinics in orthopedic surgery*, 6(2), 196–202. <https://doi.org/10.4055/cios.2014.6.2.196>
- Dalton, S. S., Maharjan, L. M., Yousuf, H., & Pientka, W. F., 2nd (2024). Extensor Tendon Repair Outcomes Based on Zone of Injury. *Hand (New York, N.Y.)*, 19(5), 831–836. <https://doi.org/10.1177/15589447221150510>

- Dezfuli, B., Taljanovic, M. S., Melville, D. M., Krupinski, E. A., & Sheppard, J. E. (2016). Accuracy of High-Resolution Ultrasonography in the Detection of Extensor Tendon Lacerations. *Annals of plastic surgery*, 76(2), 187–192. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000000524>
- Esquivel, E., Cox, C., Purcell, A., & MacKay, B. (2020). Zone V Extensor Tendon Repair with a Palmaris Longus Tendon Autograft and Human Umbilical Membrane. *Case reports in orthopedics*, 2020, 2759281. <https://doi.org/10.1155/2020/2759281>
- Evans, R. (2018). Rehabilitation following Extensor Tendon Injuries. March 25. (pp. 1-6). Philadelphia, PA.
- Grandizio, L. C., & Klena, J. C. (2017). Sagittal band, boutonniere, and pulley injuries in the athlete. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10(1), 17–22. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9379-6>
- Griffin, M., Hindocha, S., Jordan, D., Saleh, M., & Khan, W. (2012). Management of extensor tendon injuries. *The open orthopaedics journal*, 6, 36–42. <https://doi.org/10.2174/1874325001206010036>
- Hindocha, S., Jordan, D., Saleh, M., & Khan, W. (2012). Management of extensor tendon injuries. *The open orthopaedics journal*, 6, 36–42. <https://doi.org/10.2174/1874325001206010036>
- Itsubo, T., Uchiyama, S., Yamazaki, H., Hayashi, M., Nakamura, K., Kuniyoshi, K., & Kato, H. (2016). Factors affecting extension lag after tendon reconstruction for finger extensor tendon rupture due to distal radioulnar lesion. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 21(1), 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2015.10.013>
- Johnson, A. R., Láinez, S. S., Santos, H. J., Chen, A. D., Láinez, C., Lin, S. J., Agag, R. L., & Lee, B. T. (2021). Beyond the Tip of the Blade: An Investigation of Upper Extremity Machete Injuries in Honduras. *Journal of reconstructive microsurgery*, 37(3), 263–271. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1718366>
- Khera, B., Chang, C., & Bhat, W. (2021). An overview of mallet finger injuries. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, 92(5), e2021246. <https://doi.org/10.23750/abm.v92i5.11731>
- Lamaris, G. A., & Matthew, M. K. (2017). The Diagnosis and Management of Mallet Finger Injuries. *Hand (New York, N.Y.)*, 12(3), 223–228. <https://doi.org/10.1177/1558944716642763>
- Lee, J. K., Lee, S., Kim, M., Jo, S., Cho, J. W., & Han, S. H. (2021). Anatomic Repair of the Central Slip with Anchor Suture Augmentation for Treatment of Established Boutonniere Deformity. *Clinics in orthopedic surgery*, 13(2), 243–251. <https://doi.org/10.4055/cios20170>
- Lin, J. D., & Strauch, R. J. (2014). Lesiones cerradas del mecanismo extensor de los tejidos blandos (mazo, boutonniere y banda sagital). *J Hand Surg Am*, 39(5), 1005-1013.

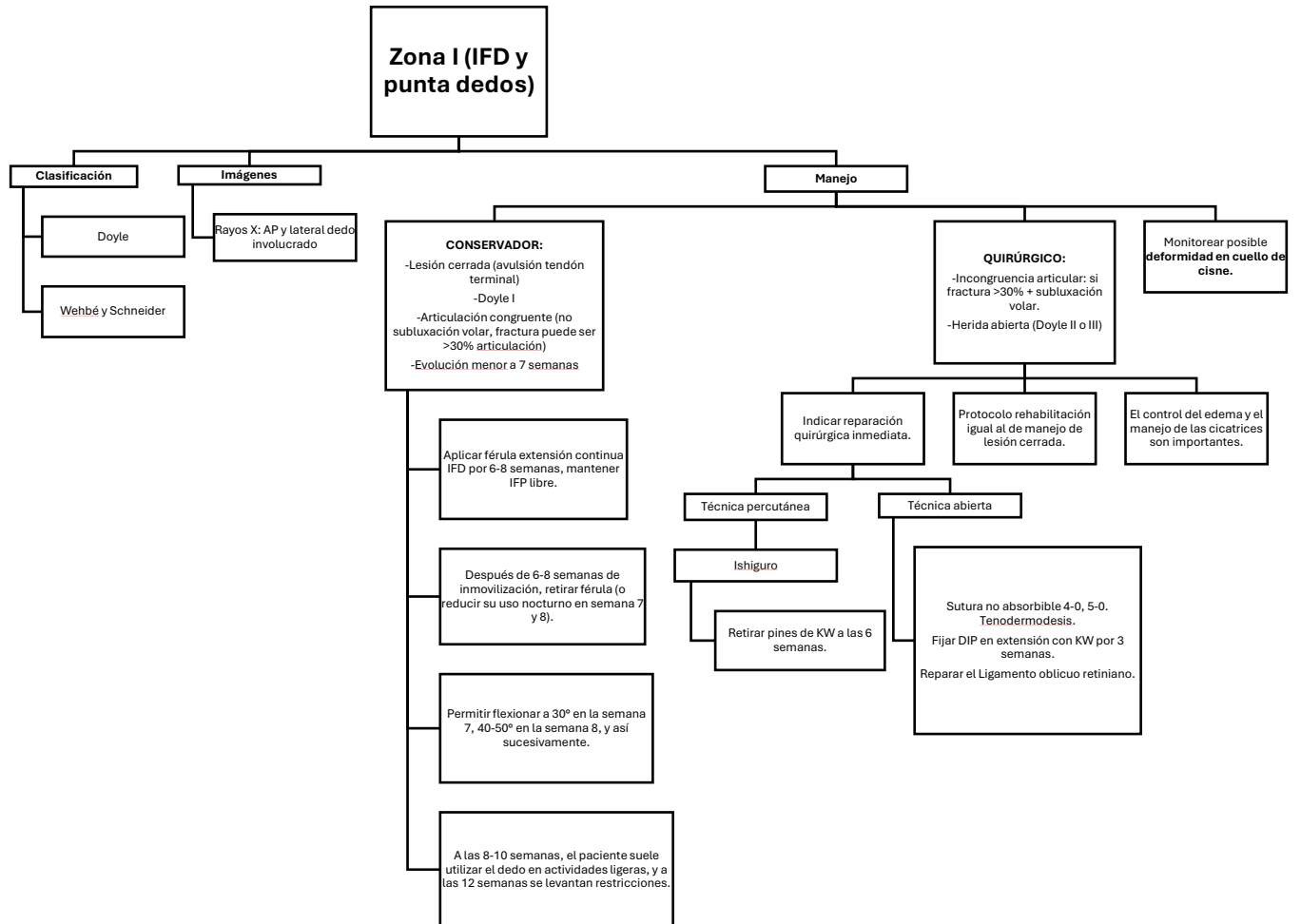
- Lin, J. S., & Samora, J. B. (2018). Surgical and Nonsurgical Management of Mallet Finger: A Systematic Review. *The Journal of hand surgery*, 43(2), 146–163.e2.
- Longo, U. G., Lamberti, A., Petrillo, S., Maffulli, N., & Denaro, V. (2012). Scaffolds in tendon tissue engineering. *Stem cells international*, 2012, 517165. <https://doi.org/10.1155/2012/517165>
- Mehdinasab, S. A., Pipelzadeh, M. R., & Sarrafan, N. (2012). Results of primary extensor tendon repair of the hand with respect to the zone of injury. *Archives of trauma research*, 1(3), 131–134. <https://doi.org/10.5812/at.7859>
- Mercer, D., Fitzpatrick, J., Firoozbakhsh, K., Carvalho, A., & Moneim, M. (2009). Extensor tendon repair with and without central slip reattachment to bone: a biomechanical study. *The Journal of hand surgery*, 34(1), 108–111. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2008.08.021>
- Merritt, W. H., Wong, A. L., & Lalonde, D. H. (2020). Recent Developments Are Changing Extensor Tendon Management. *Plastic and reconstructive surgery*, 145(3), 617e–628e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000006556>
- Miller, J. E., & Le, B. Q. (2022). An Improvised Approach to Relative Motion Extension Splinting in the Emergency Room. *Plastic and reconstructive surgery. Global open*, 10(3), e4211. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000004211>
- M.R. Morro-Martí. (2019). Anatomía Aplicada a La Cirugía de Los Tendones Extensores. *Rev Iberam Cir Mano* 2019;47:56–64. s-0039-1691778.pdf ([thieme-connect.com](https://www.thieme-connect.com))
- Nam, H. S., Seo, C. H., Joo, S. Y., Kim, D. H., & Park, D. S. (2018). The Application of Three-Dimensional Printed Finger Splints for Post Hand Burn Patients: A Case Series Investigation. *Annals of rehabilitation medicine*, 42(4), 634–638. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.4.634>
- Newport, M. L., Blair, W. F., & Steyers, C. M., Jr (1990). Long-term results of extensor tendon repair. *The Journal of hand surgery*, 15(6), 961–966. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(90\)90024-I](https://doi.org/10.1016/0363-5023(90)90024-I)
- Newport M. L. (1997). Extensor Tendon Injuries in the Hand. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 5(2), 59–66. <https://doi.org/10.5435/00124635-199703000-00001>
- Park, J., Lee, C. H., Choi, Y., Joo, I. H., Lee, K. H., & Kim, S. J. (2020). Extension Mechanism of the Proximal Interphalangeal Joint of the Human Phalanx: A Cadaveric Biomechanical Study. *BioMed research international*, 2020, 7585976. <https://doi.org/10.1155/2020/7585976>

- Patil, R. K., & Koul, A. R. (2012). Early active mobilisation versus immobilisation after extrinsic extensor tendon repair: A prospective randomised trial. *Indian journal of plastic surgery : official publication of the Association of Plastic Surgeons of India*, 45(1), 29–37. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.96576>
- Patillo, D., & Rayan, G. M. (2012). Open extensor tendon injuries: an epidemiologic study. *Hand surgery : an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research : journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*, 17(1), 37–42. <https://doi.org/10.1142/S0218810412500062>
- Reed, E. R., Hendrycks, R., Graham, E. M., Rosales, M., & Mendenhall, S. D. (2024). Wrist-Level Tendon Repairs Utilizing a Novel Tendon Stapler Device: An Efficiency and Biomechanical Study. *Plastic and reconstructive surgery*, 154(3), 582–591. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000011102>
- Saini, N., Sharma, M., Sharma, V. D., & Patni, P. (2008). Outcome of early active mobilization after extensor tendon repair. *Indian journal of orthopaedics*, 42(3), 336–341. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.41859>
- Salas, C., Brantley, J., Mercer, D., Gross, J., Scott, K. L., & Mikola, E. (2024). Mini All-Suture Anchors for Repairing the Central Slip of the Extensor Tendon at the Proximal Interphalangeal Joint: A Biomechanical Investigation. *The Journal of hand surgery*, 49(10), 1042.e1–1042.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2023.01.005>
- Sammut, D. (2022). Anatomy and biomechanics of the extensor tendon system. In D. E. Boyce, G. Giddins, & D. J. Shewring (Eds.), *Tendon disorders of the hand and wrist* (1st ed., pp. xx–xx). Thieme.
- Schreck, M., & Hammert, W. C. (2018). Tenets of flexor and extensor tendon repair. *Current Orthopaedic Practice*, 29(2), 96–99. <https://doi.org/10.1097/BCO.0000000000000590>
- Schwartz, D. (2021, June 8). *The Relative Motion Orthosis (Free Download)*. Orfit Industries. (Imagen que muestra una férula de yugo en el dedo anular para la rehabilitación del tendón extensor.)
- Shaju, R., Sharma, S., & Dhull, K. (2021). Running Interlocking Horizontal Mattress-A New Technique versus Modified Kessler in Extensor Tendon Injuries: A Comparative Study. *Journal of hand and microsurgery*, 15(1), 59–66. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1727297>
- Savage, J. A., Miller, C., Collocott, S. (2021). Mallet fractures: a prospective comparison of treatment outcomes. *AJOPS (New York, N.Y.)*, 4(1), 47–54. <https://doi.org/10.34239/ajops.v4n1.222>
- Skinner, S., & Isaacs, J. (2020). Extensor Tendon Injuries in the Athlete. *Clinics in sports medicine*, 39(2), 259–277. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2019.12.005>

- Svens, B., Ames, E., Burford, K., & Caplash, Y. (2015). Relative active motion programs following extensor tendon repair: A pilot study using a prospective cohort and evaluating outcomes following orthotic interventions. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 28(1), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2014.07.006>
- Turker T. (2015). Extensor tendon traumatic gap reconstruction. *BMC Proceedings*, 9(Suppl 3), A69. <https://doi.org/10.1186/1753-6561-9-S3-A69>
- Wei, Y., Zou, Z., Qian, Z., Ren, L., & Wei, G. (2022). Biomechanical Analysis of the Effect of the Finger Extensor Mechanism on Hand Grasping Performance. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 30, 360–368. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3146906>
- Wong, A. L., Wilson, M., Ginary, S., Nojoomi, M., Acharya, S., & Paul, S. M. (2017). The optimal orthosis and motion protocol for extensor tendon injury in zones IV-VIII: A systematic review. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 30(4), 447–456. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.02.013>
- Wu, K., Masschelein, G., & Suh, N. (2021). Treatment of Sagittal Band Injuries and Extensor Tendon Subluxation: A Systematic Review. *Hand (New York, N.Y.)*, 16(6), 854–860. <https://doi.org/10.1177/1558944719895622>

FIGURAS
Figura 22.

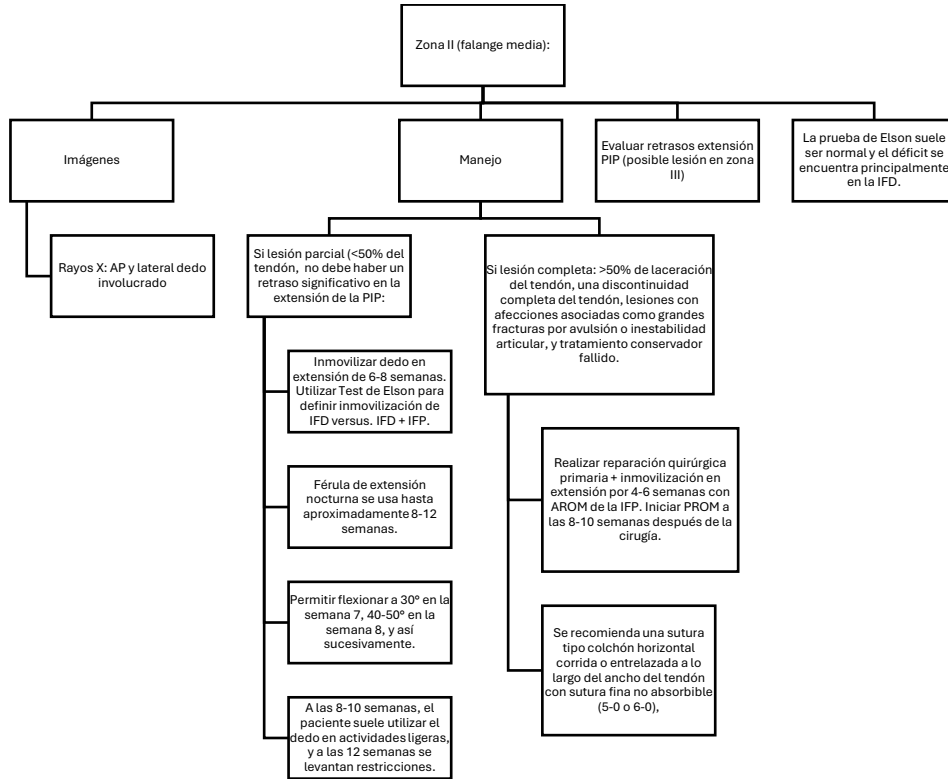
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona I de Verdán.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 23.

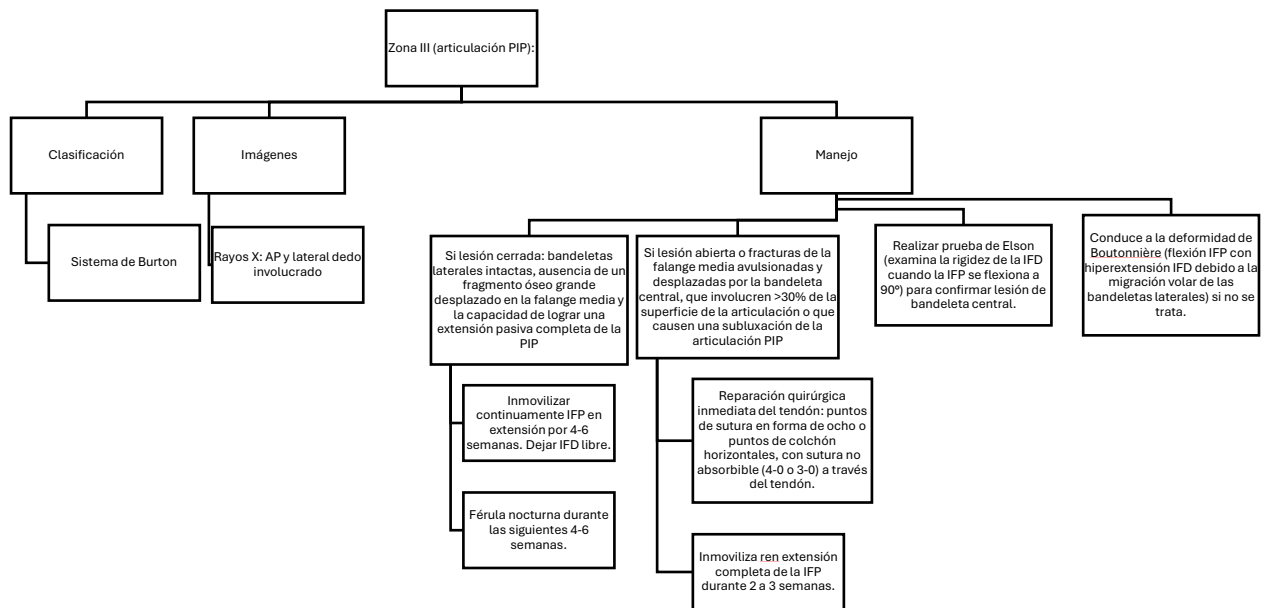
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona II de Verdan.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 24.

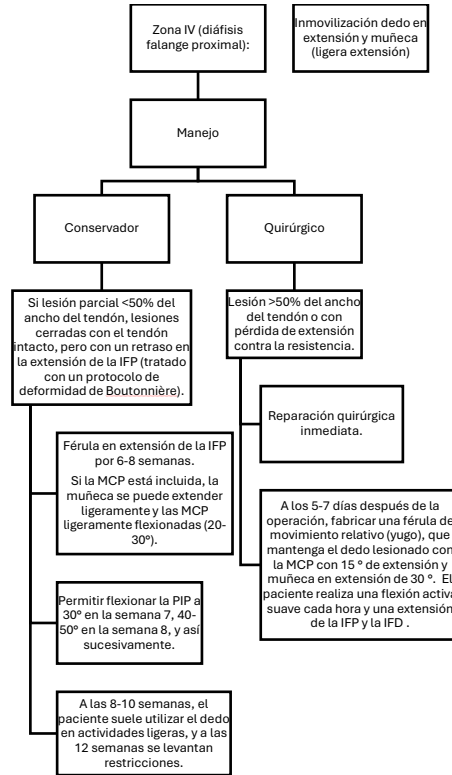
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona III de Verdan.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 25.

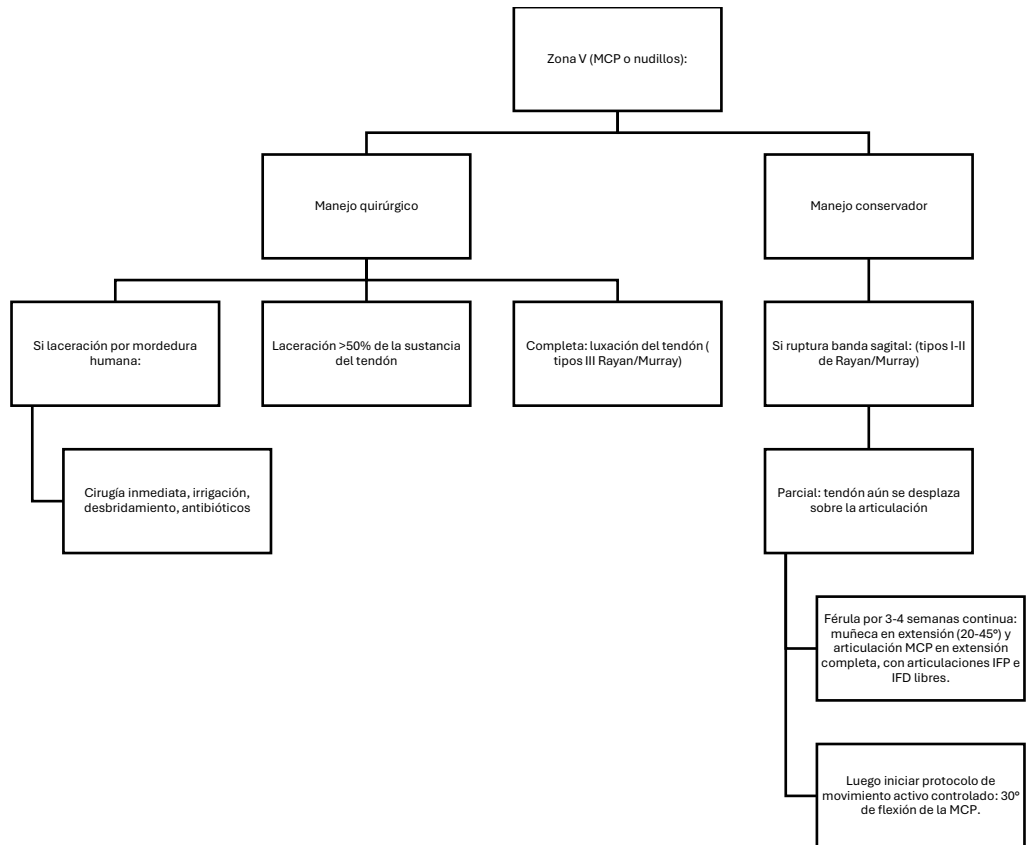
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona IV de Verdán.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 26.

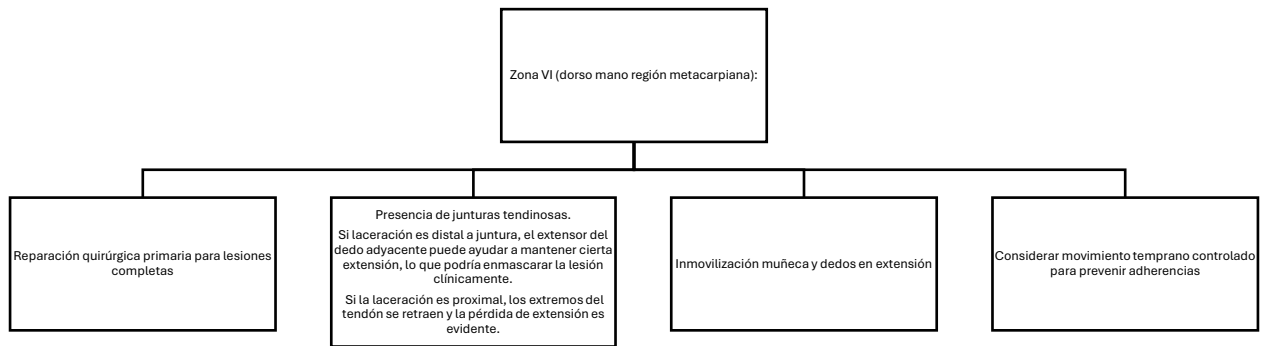
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona V de Verdán.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 27.

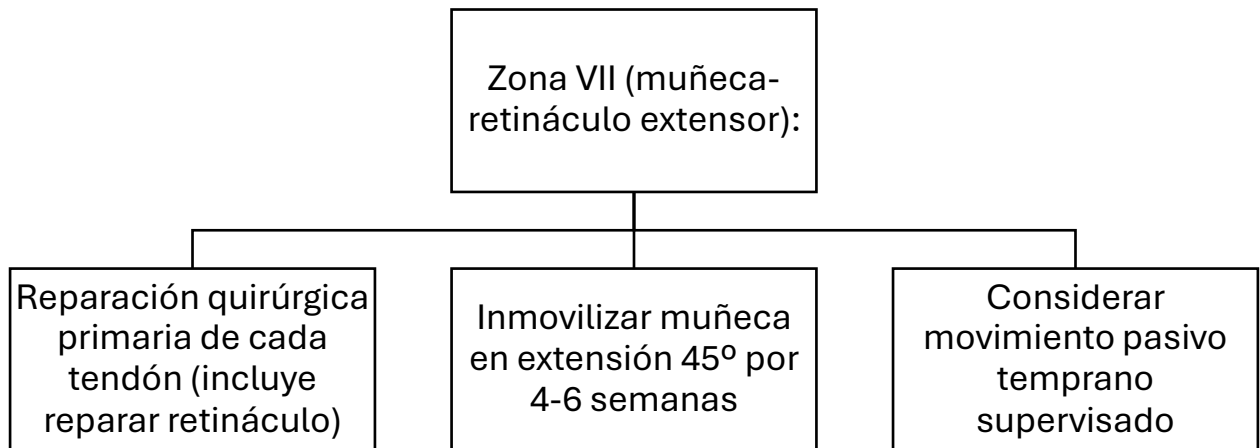
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona VI de Verdán.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 28.

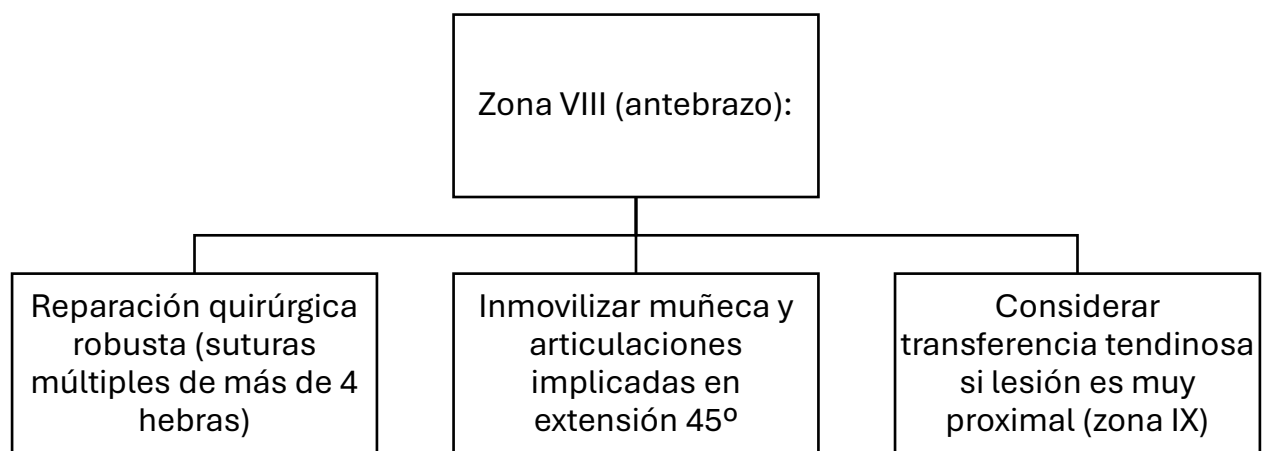
Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona VII de Verdan.



Nota: (Elaboración propia, 2025)

Figura 29.

Algoritmo de manejo lesión mecanismo extensor en Zona VIII de Verdan.



Nota: (Elaboración propia, 2025)