

USO DE FÉRULAS CORRECTORAS EN RIGIDEZ DE LA ARTICULACIÓN INTERFALÁNGICA PROXIMAL TRAS UN TRAUMATISMO

DANIEL GAN BENEDÍ

Trabajo fin de Grado.

Curso de Adaptación a Grado de Terapia Ocupacional

2011-2012

INTRODUCCIÓN

La articulación interfalángica proximal (IFP) es fundamental para el carácter funcional de la mano. Esta articulación de bisagra se encuentra relativamente desprotegida ante fuerzas externas y con frecuencia desarrolla un movimiento limitado después de una lesión traumática, resultado de la combinación de inmovilización e inflamación. Esta predisposición de la articulación a la formación de contracturas después de un traumatismo va a provocar una pérdida funcional importante.

En 1966, Peacock¹ demostró que la rigidez de las articulaciones es el resultado de un período de inmovilización después de un traumatismo. Otros investigadores, tales como Akeson et al², han confirmado el concepto de acortamiento adaptativo de Peacock, observando que la resistencia de tejido blando (tejido conectivo periarticular) puede ser de hecho el principal responsable de rigidez articular.

Las opciones de tratamiento que hay que valorar en la gestión de la contractura articular incluyen el ejercicio activo/asistido, técnicas de movilización articular y el uso de férulas.

En 1976, Arem y Madden³ demostraron el alargamiento del tejido cicatrizal sometido a un estrés prolongado y suave. En 1984, Light et al⁴ informaron que una carga suave prolongada fue más eficaz que el estiramiento breve aplicando una gran tensión en el tratamiento de las rodillas rígidas en seres humanos.

El uso de férulas de mano es aceptado como un método eficaz para la mejora del rango de movimiento (ROM) mediante la aplicación de una tensión suave pero prolongada en presencia de rigidez articular. Esta práctica se apoya en la observación de Brand⁵ de que *"toda elongación del tejido lograda por el estiramiento se acortará de nuevo cuando la fuerza esté relajada"*.

El uso de férulas de dedo es especialmente necesario en los casos más graves y tardíos y la intervención quirúrgica debería ser un último recurso para recuperar movilidad en la articulación interfalángica proximal.

Flowers y LaStayo⁶ desarrollaron el término TERT (tiempo total en máxima elongación) para describir la cantidad de tiempo que una articulación es mantenida en su máximo rango de amplitud. El TERT se calcula multiplicando la frecuencia y la duración del tiempo en que la articulación se mantiene en el máximo rango tolerable. La intensidad, que es la cantidad de fuerza aplicada, por lo general está limitada por la tolerancia del paciente al dolor. Tras un estudio en 15 pacientes con contracturas en flexión de la articulación interfalángica proximal, Flowers y LaStayo concluyeron que el aumento del rango de movimiento pasivo (PROM) en la rigidez de las articulaciones es directamente proporcional al tiempo que la articulación se mantiene en el rango final.

Si queremos restablecer la normalidad en la longitud de un tejido que se ha acortado después de desuso, necesitamos revertir el proceso y aplicar el estímulo de la actividad o, mejor, mantener el tejido en una moderada posición elongada durante un tiempo significativo para favorecer su crecimiento.

Hay varios factores que se sabe limitan la cantidad y duración de la aplicación de la fuerza, incluida la circulación local, la tolerancia de la piel a la presión, la etapa de reparación de los tejidos y la tolerancia individual al dolor.

Partiendo de que el objetivo básico de las férulas para el tratamiento de contracturas es aplicar una tracción a los tejidos con movimiento restringido, el presente trabajo examina los efectos de la aplicación de férulas correctoras en contracturas en flexión de los dedos tras una lesión traumática y pretende servir de guía en la prescripción y elección de la férula más apropiada.

OBJETIVO

Este trabajo presenta una visión general de las distintas opciones de diseño de férulas para el tratamiento de contracturas en flexión de la articulación interfalángica proximal de la mano tras una lesión traumática, así como un análisis de la evidencia disponible sobre su uso.

El propósito de este trabajo es revisar la efectividad de la intervención con férulas para restaurar el rango de movimiento en pacientes con pérdida del recorrido articular de la articulación interfalángica proximal. El resultado primario de interés de la búsqueda en la literatura fue el rango de movimiento y los resultados secundarios de interés incluyen el dolor y el estado funcional.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda de la literatura existente hasta febrero de 2012 utilizando las bases de datos electrónicas siguientes: Medline, CINAHL, Biblioteca Cochrane, OT Seeker y Allied Health Evidence.

En la búsqueda se utilizaron únicamente palabras clave en inglés: Finger Splinting, Joint Stiffness, Interphalangeal Joint Contracture.

Estas búsquedas con frecuencia dieron como resultado una duplicidad de referencias citadas. Tras combinar los resultados de las búsquedas se seleccionaron 25 artículos. Para que un artículo fuera incluido en este trabajo se siguieron los siguientes criterios:

- Tipo de estudio: ensayos controlados aleatorios (ECA) o cuasi-ECA, estudio de cohortes, series de casos e informe de casos.
- Participantes: Los estudios se centraron en pacientes adultos con pérdida de movimiento activo y/o pasivo de la articulación interfalángica proximal.
- Resultados: En los artículos incluidos se debía considerar la amplitud de movimiento articular para determinar la efectividad de las férulas. Otras variables como el dolor, resultados funcionales, la influencia en actividades de la vida diaria (AVD) y la satisfacción de los pacientes también fueron consideradas.

DESARROLLO

Uso de férulas para el tratamiento de contracturas.

La contractura en flexión de la articulación IFP, secundaria a traumatismos o enfermedades, conduce a una pérdida funcional importante.

Las férulas se utilizan para diversos propósitos en rehabilitación. Uno de ellos es la aplicación de tensión para mantener las articulaciones en o cerca de su máxima elongación final para aumentar la amplitud de movimiento. Estas férulas pueden ser estáticas, dinámicas o estáticas progresivas. Las estáticas son las que mantienen la articulación en una posición constante. Las férulas dinámicas son aquellas que incorporan algún componente elástico como bandas de goma o resortes, ejerciendo una fuerza sobre la articulación pero permitiendo algún cambio de posición articular. Las férulas estáticas progresivas son férulas estáticas que incluyen un componente que permite realizar ajustes en la posición de la articulación en incrementos relativamente pequeños.

La razón principal para el uso de férulas en el tratamiento de contracturas es aplicar una tensión de tracción en tejidos conectivos acortados durante periodos relativamente largos de tiempo y así inducir el alargamiento del tejido través de la remodelación biológica. A diferencia de la movilización articular, las férulas permiten aplicar una tensión suave pero continua en los tejidos blandos. Su uso se basa en el concepto de que un adecuado nivel de tensión, durante periodos largos de tiempo, estimula el crecimiento del tejido conectivo y la reorganización de las fibras, necesarios para lograr una elongación permanente. Esta aplicación progresiva de fuerza sobre la articulación IFP estimula los cambios en los tejidos, lo que permite el alargamiento de estructuras capsuloligamentosas hasta lograr la corrección de la deformidad⁷.

La utilización de férulas de corrección se ha convertido en el procedimiento común para el tratamiento de contracturas. Diversos autores⁸ han descrito el uso de férulas para aumentar el ROM en diversas articulaciones

afirmando que son la "modalidad de elección". Podemos afirmar que existe una creciente literatura que apoya el uso de férulas y otros dispositivos para mantener el rango articular máximo proporcionando una tensión prolongada de baja carga a los tejidos peri-articulares acortados que limitan el ROM.

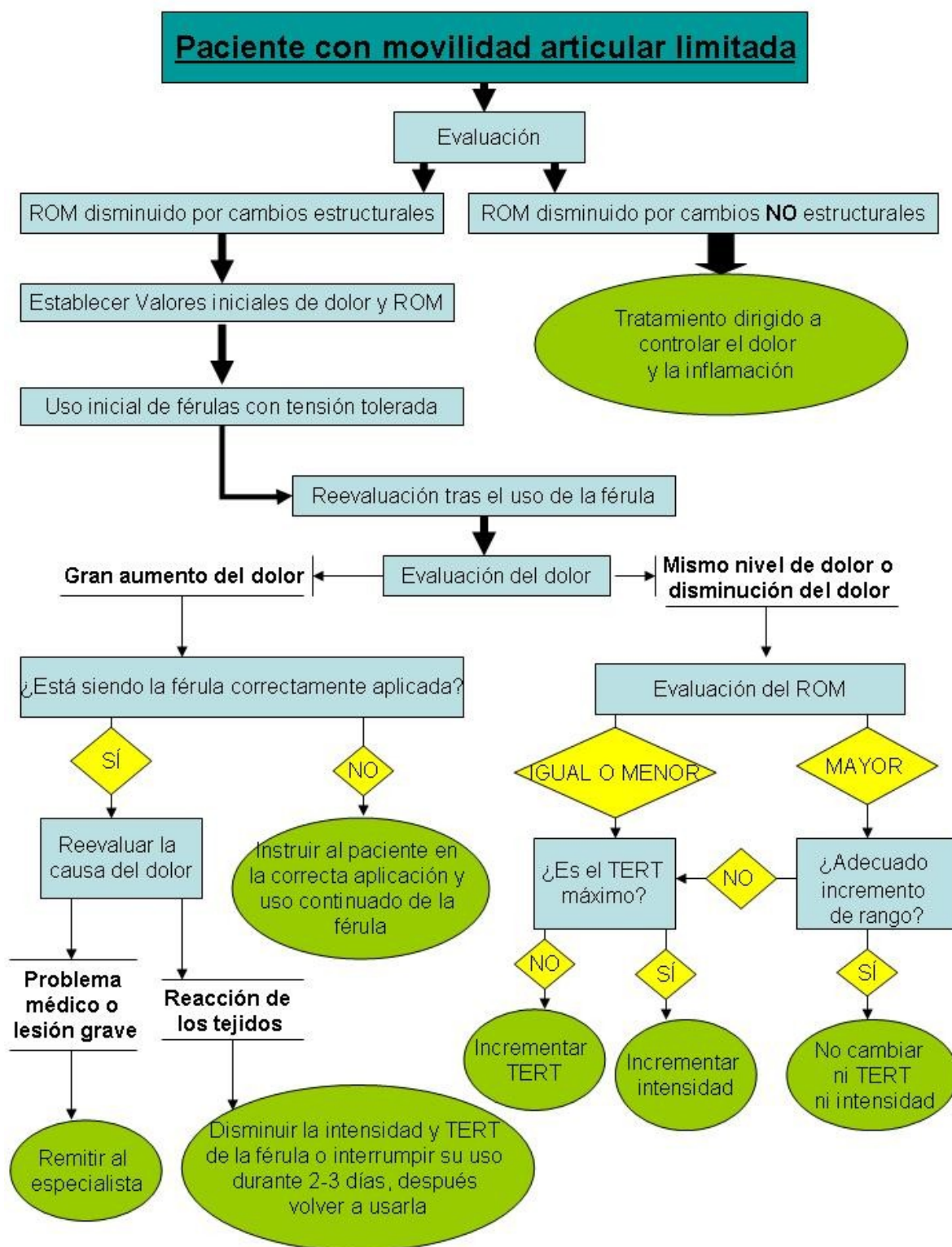
Las fuerzas de enderezamiento desarrolladas por las férulas estáticas fueron analizadas por Wu⁹ y los de las férulas dinámicas por Fess¹⁰. Ambos sistemas basan su acción biomecánica en la aplicación de un sistema de tres fuerzas paralelas. Análisis posteriores¹¹ afirman que la fuerza liberada por ambos sistemas es similar, pero consideran que el principal inconveniente es la presión ejercida sobre la parte dorsal de la articulación IFP dañada (mayor en las férulas estáticas).

Las férulas de movilización (tanto las dinámicas como las estáticas que permiten un ajuste progresivo) son adecuadas para su uso en las fases fibroplástica y de maduración durante la reparación del tejido, una vez que la formación de tejido cicatrizal ha comenzado y las estructuras lesionadas se consideran estables.

Una guía útil para el razonamiento clínico en la prescripción y la aplicación de férulas ha sido proporcionada por McClure et al¹². Estos autores describen un algoritmo que tiene en cuenta los parámetros de la intensidad de la férula, intervalo de tiempo total final, dolor y el progreso del ROM. El objetivo es que este algoritmo pueda servir de guía para las decisiones de los terapeutas cuando se utilizan férulas para tratar a pacientes que tienen ROM limitado. El algoritmo (Figura 1) no hace referencia a una articulación o lesión específica y requiere una modificación continua en el uso de férulas basándose en la respuesta del paciente al tratamiento. Se describen tres variables que pueden ajustarse en el uso de una férula: frecuencia, duración y la intensidad.

Sin embargo, el algoritmo de McClure no aborda la variable de intensidad expresada por fuerza o presión excesiva.

Figura 1: Algoritmo de McClure (adaptado)



Leyenda: - ROM: Rango de Movimiento

- TERT: Tiempo de uso diario de la férula en máxima elongación.

Debido a que la remodelación es un proceso biológico que se produce durante largos períodos de tiempo, McClure cree que la frecuencia y la duración de la tensión aplicada son los factores clave a maximizar y que la intensidad es menos importante. El aumento de intensidad es secundario porque el uso de una gran fuerza puede dañar los tejidos y dar lugar a una respuesta inflamatoria y la posterior fibrosis. McClure teoriza sobre la cantidad de fuerza necesaria para causar daño tisular y afirma que probablemente depende de la cantidad tensión y del tiempo que esta se aplica, así como del estado mecánico inicial del tejido. Es imposible, según los autores, conocer el grado de tensión aplicado en un tejido determinado durante un procedimiento clínico.

Existe fuerte evidencia que sostiene que el proceso de remodelación está mediado por fibroblastos en respuesta a fuerzas físicas. La remodelación es un fenómeno biológico que se produce durante largos períodos de tiempo más que un cambio inducido mecánicamente producido en cuestión de minutos.

Normalmente existe un equilibrio entre la degradación y la síntesis de colágeno y otros componentes extracelulares de tejido conectivo. Este equilibrio permite el mantenimiento de las características estructurales y mecánicas de los tejidos, necesario para su uso normal. Cuando el patrón normal de uso se altera de forma significativa se producen cambios morfológicos, biomecánicos y bioquímicos en el tejido conectivo periarticular. Frost¹³ ha denominado a este fenómeno general "*adaptación estructural al uso mecánico*". Diversos autores han encontrado que someter a los tejidos periarticulares a una carga de tracción controlada dará como resultado cambios de longitud. Frost especula con que existe una "*tensión mínima efectiva*" para un tejido determinado y que cuando este nivel de tensión es excedido, se producen cambios biológicos.

Hay considerable evidencia biológica que afirma que la aplicación de una tracción controlada conduce a la remodelación de los tejidos periarticulares y

que apoya el uso de férulas en la restauración del ROM en una articulación contracturada.

En la revisión de Michlovitz et al¹⁴ se examinaron los datos de investigación en seres humanos y se identificaron un número considerable de artículos que concluían efectos positivos con el uso de férulas en la gestión de contracturas articulares. En dos de los estudios clínicos identificados, los efectos de la aplicación de una tensión baja de manera prolongada fueron comparados directamente con los efectos una tensión breve pero de mayor intensidad en la ganancia del ROM en articulaciones IFP. Los datos de estos estudios indicaron que el ROM mejoraba más en aquellos sujetos que recibieron una tensión baja prolongada.

En una revisión posterior de Glasgow et al¹⁵, fue identificado un artículo con un nivel de evidencia 2. En él se investigaba los efectos de inmovilización de articulaciones metacarpofalángicas (MCP) y de las articulaciones IFP de la mano y encontraron que una férula puede influir positivamente en la contractura articular.

Elección del tipo de férula

Flowers¹⁶ planteó un método de clasificar a los pacientes para aplicar las técnicas de mejora en el rango del movimiento. Aunque su artículo no ofrece datos de investigación para responder a la pregunta de qué férula usar en cada caso, su propósito es presentar un esquema de toma de decisiones objetivo basado en la evaluación clínica del estiramiento de los tejidos para su uso en la planificación de un programa de férulas en pacientes con rigidez en las articulaciones. El plan fue concebido para ser compatible con la biología conocida de rigidez en las articulaciones y con la experiencia clínica del autor.

Flowers sugiere medir el rango de movimiento antes y después de un programa de acondicionamiento previo (10 minutos de calor y ejercicio). En función de la ganancia en el rango de movilidad el autor sugiere el uso de un tipo de férula u otra. Sus directrices se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Selección de la férula apropiada según Flowers

Incremento del Rango de movilidad	Tipo de férula
20º	No usar férula. Realizar ejercicios activos.
15º	Férula estática
10º	Férula dinámica
0º-5º	Férula estática progresiva

La validación clínica científica de este procedimiento está todavía en curso.

Resumen de evidencia encontrada

Existen diversos estudios bien descritos (ECAs de bajo nivel y series de casos en su mayoría) que apoyan el uso de diversas técnicas terapéuticas para aumentar el ROM en el tratamiento de contracturas. Básicamente estas técnicas incluyen el uso de férulas, la movilización pasiva de las articulaciones y el ejercicio activo.

Si nos centramos en el uso de férulas, la evidencia disponible puede resumirse en un apoyo moderado a la utilización de férulas o yesos para aumentar el ROM después de una lesión de la articulación (traumatismo directo y trauma yatrogénico tras la cirugía) y de inmovilización. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones dejan sin resolver cuestiones como cuál debería ser la intensidad y la frecuencia en el uso de férulas o si un tipo de férula es más efectivo que otro. Pocos estudios analizan si existen diferencias en el uso de férulas estáticas frente a dinámicas para el tratamiento de las contracturas.

Existen estudios que comparan el uso de férulas estáticas frente a dinámicas pero no para contracturas en flexión de IFP, otros comparan sólo distintos tipos de férulas dinámicas en el tratamiento de contracturas en flexión de IFP. Se encontró un estudio riguroso que comparaba el uso de

férulas dinámicas frente a las estáticas en el tratamiento de contracturas en flexión de IFP pero se centra sólo en contracturas crónicas debidas a artritis reumatoide.

1.- Evidencia sobre la eficacia de distintos tipos de férulas

La mayoría de los artículos que comparan el uso de férulas estáticas frente a las dinámicas como método de rehabilitación se centran en lesiones tendinosas de zonas proximales de la mano (zonas IV-VI).

Si nos centramos en estudios comparativos de férulas que actúen de manera específica en la articulación IFP, encontramos que muchos de ellos sólo comparan la eficacia de férulas dinámicas.

Puértolas et al¹⁷ diseñaron una férula con una aleación NiTi (Niquel-Titanio) para la corrección de deformidades articulares en los dedos. En su trabajo, los autores evaluaron dos ortesis comerciales (Bort y Capener) y compararon resultados con la férula que los autores habían diseñado. Se trata de una férula de diseño simple para el tratamiento de la contractura en flexión de la articulación IFP confeccionada con una aleación de Niquel y Titanio (NiTi). El material tiene una superelasticidad que le permite resistir grandes deformaciones elásticas con tensiones relativamente bajas.

El diseño propuesto utiliza una placa delgada de NiTi, que se fija en el dedo por medio de anillos, que son responsables de transmitir la fuerza de la recuperación (Figura 2).

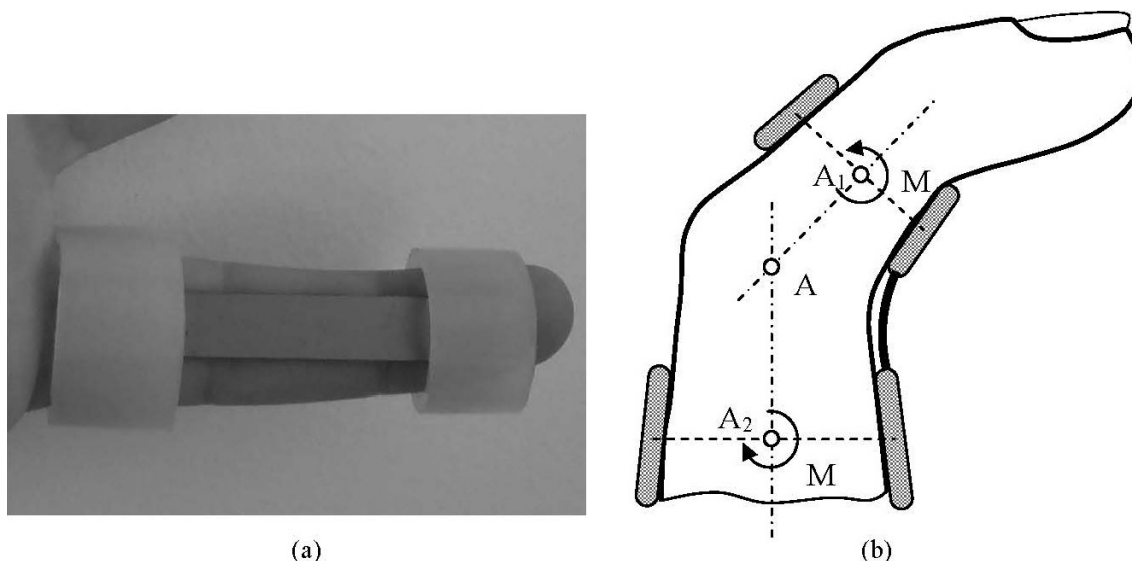


Figura 2: a) prototipo diseñado de la férula de NiTi; b) mecanismo de transmisión de las fuerzas en la férula diseñada

Los autores concluyen recomendando su uso en lugar de otras ortesis dinámicas utilizadas habitualmente en ortopedia para la articulación IFP. Según ellos, las ventajas que ofrece su diseño frente a la mayoría de los modelos comerciales que se utilizan con más frecuencia se pueden resumir como:

- Mejor control de la fuerza de la recuperación.
- Posibilidad de mantener la férula durante largos períodos de tiempo sin reemplazo, ya que su efecto se mantiene inalterable durante un amplio periodo de recuperación.
- Facilidad de uso para el paciente y el especialista.
- Facilidad de producir diseños a medida para cada paciente.
- Importante ahorro económico en el tratamiento.

Austin et al¹⁸ realizaron un estudio comparativo entre diseños de férulas dinámicas de perfil alto y bajo. Aunque son similares en muchos aspectos (composición del material, peso, distribución de presión, estética, volumen, impacto en la función) comúnmente se cree que difieren con respecto a la necesidad de ajuste del ángulo de aplicación de la fuerza de movilización. Los autores concluyen que pese a las afirmaciones de importantes diferencias mecánicas entre las férulas dinámicas de perfil bajo y alto, su análisis

cuantitativo demuestra que tales afirmaciones pueden no estar bien justificadas.

El único artículo encontrado que realiza un estudio experimental para investigar el efecto de las férulas correctoras en contracturas en flexión de la articulación IFP fue realizado por Li-Tsang et al¹⁹ en 2002. Sin embargo, su estudio se centra en contracturas en flexión crónicas en dedos reumatoides, no por lesiones traumáticas.

Veinticuatro pacientes con artritis reumatoide y contractura en flexión de los dedos que participaron en este estudio fueron distribuidos al azar en dos grupos tras una valoración inicial. A los pacientes del primer grupo se les colocó una férula dinámica (tipo Capener) y a los del segundo grupo se les colocó una férula estática. La función de la mano fue re-evaluada 6 semanas después del programa con férulas. Los resultados indicaron un importante grado de mejora en ambos grupos, no sólo en la corrección de la contractura de flexión de los dedos, sino también en la fuerza de prensión y función de la mano. Los autores llegan a la conclusión de que los pacientes que usan férulas dinámicas de extensión de los dedos no difieren de aquellos con férulas estáticas en la ganancia de grados de extensión, pero sí pueden obtener una mejor flexión que los pacientes con férulas estáticas.

En el artículo publicado en 2008 por Glasgow et al¹⁵ precisamente se revisa la limitada evidencia en investigación disponible detrás de las opiniones asumidas que actualmente guían la elección de una férula en la práctica clínica. Revisa la creencia de los clínicos que opinan que las férulas estáticas progresivas son más efectivas que las férulas dinámicas para mejorar el rango de movimiento en la rigidez articular y finalmente concluye que se necesita más investigación sobre todo en forma de ensayos clínicos controlados aleatorios.

Otros estudios han promovido el uso de escayolas para movilizar la mano con rigidez, lo que no deja de ser similar al efecto que pueda tener una férula estática²⁰.

La evidencia para apoyar el uso de esta técnica en la práctica clínica es actualmente baja.

2.- Evidencia sobre la tensión y el tiempo de aplicación de las férulas.

En lo referente a cuánto tiempo al día es conveniente llevar la férula, los estudios citados de férulas para contracturas en flexión de IFP en su mayoría simplemente concluyen que llevar más tiempo la férula produce mayores cambios en el rango de movimiento.

Bonutti et al²¹ desafiaron ese concepto. En el año 2003, informaron en su estudio de los resultados de una serie de pacientes que llevaban una férula progresiva estática disponible en el mercado. El tiempo de uso fue de 30 minutos, tres veces al día, aplicando una tensión cada vez mayor según la tolerancia del paciente cada 5 minutos durante el período de 30 minutos.

Su recomendación fue que este protocolo con una férula progresiva estática que es ajustada por el paciente para aumentar la tensión puede ser una opción con mayor eficacia tiempo/costo para reducir contracturas en las articulaciones que tiempos prolongados de uso de férulas.

Kolumban²² llevó a cabo un ensayo clínico en el tratamiento de contracturas en flexión de articulaciones IFP y examinó la cuestión del tiempo óptimo diario (TERT) como parte de su análisis. No encontró diferencia significativa entre un TERT diario de 11 o 22 horas.

Sin embargo, el estudio más riguroso encontrado llevado a cabo sobre esta cuestión fue publicado en 2003 por Glasgow et al²³. Este estudio investigó la importancia del tiempo total diario de aplicación de las férulas a través de un ensayo clínico prospectivo secuencial. 43 sujetos con contracturas articulares de la mano como consecuencia de una lesión traumática del miembro superior

fueron asignados al azar a uno de los dos programas con férulas. Los sujetos del grupo A utilizaron su férula durante menos de 6 horas al día y sujetos en el grupo B usaron su férula entre 6 y 12 horas al día.

El objetivo del estudio era examinar la relación entre el tiempo de uso diario de las férulas y la eficacia en la resolución de la contractura.

El análisis secuencial mostró una diferencia estadísticamente significativa preferente por el grupo B (tiempo diario de 6 a 12 horas). Ni el tratamiento realizado antes de la rigidez ni el tipo de articulación afectada influyeron significativamente en el rango de movimiento final. Los resultados de esta investigación concluyeron que para la muestra del estudio, un TERT diario de más de 6 horas por día facilita la resolución óptima de contracturas en una tasa más rápida que un TERT diario de menos de 6 horas al día, tras alrededor de cuatro semanas de uso de férulas. Esto apoya la teoría frecuentemente citada en la literatura de que una tensión suave aplicada de manera prolongada es preferible en férulas para la resolución de la contractura.

Los autores también sugieren que la articulación afectada y el tratamiento previo de la rigidez articular no eran fuertes predictores del rango de movilidad final. Esta conclusión está apoyada por los resultados de Prosser²⁴ en su estudio sobre el uso de férulas para el manejo de contracturas en flexión de la articulación IFP. Prosser llegó a la conclusión de que el tiempo que el paciente lleva la férula es el factor más importante que influye en la resolución de la contractura de las articulaciones y destacó la necesidad de identificar el tiempo de uso diario de las férulas. Estas conclusiones, sin embargo, entran en conflicto con los hallazgos de Luster et al²⁵ en su estudio sobre contracturas en articulaciones MTCF después de quemaduras. Luster et al encontraron que el tratamiento previo de la rigidez articular influye en la resolución, mientras que el TERT diario no lo hace. Prosser hipotetizaba con que estos resultados contradictorios podían haber sido debidos a que Luster utiliza un tamaño muestral pequeño o a otros factores no identificables, tales como las diferencias en la patología de los tejidos.

Otros hallazgos en relación con la rigidez de las articulaciones apoyan las recomendaciones de la literatura que relacionan el éxito de una férula en la resolución de contracturas con el tratamiento previo a la rigidez. En concreto, se ha llegado a la conclusión de que las articulaciones con una contractura “menos rígida”, es decir, que mantienen algo de recorrido articular activo o pasivo, responden mejor al uso de férulas que aquellas con mayor rigidez ^{7, 26}

La importancia relativa del tiempo transcurrido desde la lesión también debe tenerse en cuenta. Los estudios anteriores no han demostrado de manera concluyente una relación entre el tiempo transcurrido desde la lesión y la resolución de la contractura. Tal vez la intervención más temprana con férulas pueda acelerar el tiempo de recuperación asociado con la articulación.

CONCLUSIONES

La eficacia en el uso de férulas durante la etapa de recuperación desde fases tempranas está más que demostrada. Las férulas dinámicas y estáticas pueden ser utilizadas en casos donde la movilización pasiva y los ejercicios activos son insuficientes para la recuperación del movimiento del dedo afectado. La recuperación del movimiento de la articulación va a determinar el resultado funcional final. Sin embargo, muy pocos estudios han informado de si el hecho de usar una férula estática o dinámica influye en la corrección de deformidades de los dedos.

La mayoría de la evidencia encontrada para este trabajo concluye los efectos positivos del uso de férulas y la movilización de las articulaciones. Parece haber una tendencia positiva que sugiere que la aplicación de férulas es capaz de reducir la contractura de las articulaciones.

El propósito de este trabajo ha sido revisar, dentro de la variedad de férulas para movilización de IFP existente, las más efectivas en el tratamiento de la contractura en flexión de esta articulación. Desde el punto de vista biomecánico²⁷, parece clara la inconveniencia de usar férulas estáticas comerciales basadas en el sistema de tres puntos de apoyo en contracturas en flexión mayores de 35°. Sin embargo, la evidencia que avale el tipo de férula más conveniente en el tratamiento de contracturas en flexión menores de 35° es escasa.

La combinación de la teoría con los resultados de la investigación indica un alto nivel de evidencia para el uso de férulas de movilización en el manejo de la contractura articular. Sin embargo, se necesita investigación adicional para justificar su uso regular en la práctica clínica diaria.

Quedan preguntas en cuanto a la cantidad de fuerza y tiempo necesario para conseguir una función final óptima de la articulación.

Hay estudios²⁸ que sugieren que mientras que la aplicación de mayores fuerzas en la reparación de lesiones tendinosas puede ayudar a obtener una mejora del deslizamiento del tendón, incrementar la fuerza no acelera la curación o la recuperación de la fuerza en el tendón lesionado. También hay pruebas de que la rigidez en zonas lesionadas puede aumentar por una excesiva aplicación de fuerza.

Los métodos de ajuste de la férula tienen que tenerse en cuenta también. Las férulas dinámicas permiten un ajuste continuo y una tensión constante conforme disminuye el ángulo de flexión de la contractura. Las férulas estáticas, por el contrario, requieren de mayores ajustes para que no pierdan la efectividad y la fuerza aplicada depende del paciente al colocársela. Sin embargo, la elasticidad de los resortes en las férulas dinámicas debe revisarse con frecuencia ya que, tras periodos prolongados de tensión, gomas y muelles van perdiendo la capacidad de generar suficiente fuerza correctiva en la articulación.

Los estudios futuros deberían examinar el efecto de la inmovilización y la generación de la fuerza correctiva en mayor profundidad. Un análisis biomecánico más exhaustivo de los diferentes diseños también debería llevarse a cabo.

Debido a que la remodelación es un proceso biológico que se produce durante largos periodos de tiempo, la frecuencia y la duración de la tensión aplicada son los factores clave para maximizar el efecto de las férulas y la intensidad es menos importante. El aumento de intensidad es secundario porque el uso de una gran fuerza puede dañar los tejidos y dar lugar a una respuesta inflamatoria y la posterior fibrosis. La cantidad de fuerza necesaria para causar daño tisular probablemente depende de la tasa de aplicación, la cantidad de tiempo que la fuerza se aplica y el estado inicial del tejido. Es imposible, sin embargo, conocer el grado de tensión aplicado en un tejido determinado durante un procedimiento clínico. No se tiene conocimiento de pautas objetivas para dirigir la cantidad de tensión que se debe aplicar, a excepción de respetar el dolor del paciente.

Además, se necesitaría más investigación sobre si es preferible el uso de férulas de manera intermitente o continua y los estudios futuros deberían abordar la duración de uso.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Peacock EE. Some biomechanical and biophysical aspects of joint stiffness: role of collagen synthesis as opposed to altered molecular bonding. *Ann Surg* 1966; 164(1):1-12.
- ² Akeson WH, Amiel D, Woo SL. Immobility effects on synovial joints the pathomechanics of joint contracture. *Biorheology*. 1980;17(1-2):95-110.
- ³ Arem AJ, Madden JW. Effects of stress on healing wounds: Intermittent noncyclical tension. *J Surg Res*. 1976 Feb;20(2):93-102.
- ⁴ Light KE, Nuzik S, Personius W, Barstrom A. Low-load prolonged stretch vs. high-load brief stretch in treating knee contractures. *Phys Ther*. 1984 Mar;64(3):330-3.
- ⁵ Brand P. Hand rehabilitation: management by objectives. En: Hunter JM, Schneider LC, Mackin EJ, Callahan AD, editors. *Rehabilitation of the Hand*. 4^a ed. St. Louis: Mosby; 1995.
- ⁶ Flowers K, LaStayo P. Effect of total end range time on improving passive range of motion. *J Hand Ther*. 1994;7(3):150-7
- ⁷ Fess EE, McCollum M. The influence of splinting on healing tissues. *J Hand Ther*. 1998; 11:157-161.
- ⁸ Glasgow C, Tooth LR, Fleming J. Mobilizing the Stiff Hand: Combining Theory and Evidence to Improve Clinical Outcomes. *J Hand Ther*. 2010;23:392-401
- ⁹ Wu SH. A belly gutter splint for proximal interphalangeal joint flexion contracture. *Am J Occup Ther*. 1990; 45(9):839-843.
- ¹⁰ Fess EE. Force magnitude of commercial spring-coil and spring-wire splint designed to extend the proximal interphalangeal joint. *J Hand Ther*. 1988; 1:86-90.
- ¹¹ Li C. Force analysis of the Belly Gutter and Capener splints. *J Hand Ther*. 1999; 12(4):337-343.
- ¹² McClure PW, Blackburn LG, Dusold C. The use of splints in the treatment of joint stiffness: biologic rationale and an algorithm for making clinical decisions. *Phys Ther*. 1994;74:1101-7.
- ¹³ Frost HM. Skeletal structural adaptations to mechanical usage, 4: mechanical influences on intact fibrous tissues. *Anat Rec*. 1990;226:433- 439.
- ¹⁴ Michlovitz SL, Harris BA, Watkins MP. Therapy Interventions for Improving Joint Range of Motion: A Systematic Review. *J Hand Ther*. 2004;17:118-131.
- ¹⁵ Glasgow C, Fleming J, Tooth L. Which Splint? Dynamic versus static progressive splinting to mobilise stiff joints in the hand. *Hand Ther*. 2008; 13(4):104-10
- ¹⁶ Flowers K. A proposed decision hierarchy for splinting the stiff joint, with an emphasis on force application parameters. *J Hand Ther*. 2002 Apr-Jun;15(2):158-62.

- ¹⁷ Puértolas S, Pérez-García JM, Gracia L, Cegoñino J, Ibarz E, Puértolas JA, Herrera A. Design of splints based on the NiTi alloy for the correction of joint deformities in the fingers. *Biomed Eng Online*. 2010 Sep 13;9:49.
- ¹⁸ Austin GP, Slamet M, Cameron D, Austin NM. A Comparison of High-profile and Low-profile Dynamic Mobilization Splint Designs. *J Hand Ther* 2004;17(3):335–343.
- ¹⁹ Li-Tsang CW, Hung LK, Mak AF. The effect of corrective splinting on flexion contracture of rheumatoid fingers. *J Hand Ther*. 2002 Apr-Jun;15(2):185-91.
- ²⁰ Colditz JC. Plaster of Paris: the forgotten hand splinting material. *J Hand Ther*. 2002;15:144–57.
- ²¹ Bonutti P, Lee F, Hotz MW. Restoring Wrist Flexion/Extension Using Principles of Stress Relaxation/Static Progressive Stretch. AAOS Scientific Presentation (2003).
- ²² Kolumban SL. The role of static and dynamic splints, physiotherapy techniques and time in straightening contracted interphalangeal joints. *Leprosy in India*. 1969; 40: 323–28.
- ²³ Glasgow C, Wilton J, Tooth L. Optimal daily total end range time for contracture: resolution in hand splinting. *J Hand Ther*. 2003 Jul-Sep;16(3):207-18.
- ²⁴ Prosser R. Splinting in the management of proximal interphalangeal joint flexion contracture. *J Hand Ther*. 1996 Oct-Dec;9(4):378-86.
- ²⁵ Luster SH, Patterson PE, Cioffi WG, Mason AD Jr, McManus WF, Pruitt BA Jr. An evaluation device for quantifying joint stiffness in the burned hand. *J Burn Care Rehabil*. 1990 Jul-Aug;11(4):312-7.
- ²⁶ Colditz JC. Therapist's management of the stiff hand. In: Hunter JM, Mackin EJ, Callahan A, editores. *Rehabilitation of the Hand*. 4ª ed. St. Louis: Mosby; 1995. p. 1141–59.
- ²⁷ Fess EE, Philips CA. *Hand splinting: principles and methods*. 2ª ed. St. Louis: Mosby; 1987
- ²⁸ Pettengill KM. The Evolution of Early Mobilization of the Repaired Flexor Tendon. *J Hand Ther*. 2005;18(2):157-68.