

## SERVICIO ANDALUZ DE SALUD

### TERAPIA OCUPACIONAL

### TEMA 64

## Ortesis. Concepto, funciones y mecanismo de acción. Clasificación Internacional. Propiedades de los materiales más utilizados en su confección

Fátima Argibay Parada

### I. Las ortesis

#### 1. Introducción

Existen variadas definiciones de ortesis, como la usada en la 11ª Edición de libro “Terapia Ocupacional” de Willard and Spackman (2011).

*“... las órtesis son dispositivos externos que se aplican al cuerpo para inmovilizar, sujetar o sostener los tejidos lesionados; alinear o corregir deformidades y mejorar la función.” (Anderson, Anderson y Glanze 1198; O’Toole 1997).*

Una ortesis, según definición de la **ISO**, es un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético. Sirven para sostener, alinear o corregir deformidades y para mejorar la función del aparato locomotor.

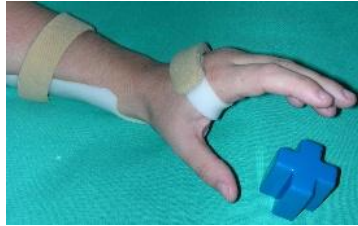
Se diferencian de las prótesis al no sustituir un órgano o miembro con incapacidad física, invalidez o dismetría, o parte del mismo, sino reemplazar o reforzar, parcial o totalmente, sus funciones.

El Terapeuta Ocupacional diseña, elabora, y adapta estos dispositivos con diferentes fines:

- Para mantener una posición determinada impidiendo movimientos indeseados, por lo que se pueden utilizar en parálisis flácidas o espásticas si el objetivo es actuar como soporte de un segmento paralizado, o para disminuir la amplitud articular de un segmento inflamado y doloroso. El grado de inmovilización deseado varía según el tipo de ortesis utilizado.



- Como elemento funcional para facilitar una determinada actividad o movimiento articular de una forma dirigida.



- Para mantener la alineación de un miembro lesionado.



Las ortesis pueden realizarse en diferentes tipos de materiales, siendo actualmente los más utilizados por su propiedades físico-mecánicas los termoplásticos de baja temperatura (TBT) los cuales son polímeros con diferentes propiedades y que se moldean con calor.

Las férulas son dispositivos ortopédicos y como tales, según definición de la Organización Mundial de la Salud , son un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.

En la actualidad, el mundo de las férulas ha evolucionado mucho, disponiendo de una gran variedad de materiales distintos y que se adaptan mejor a las necesidades de nuestros pacientes, disponiendo de materiales que permiten:

- Una mejor transpiración
- Adaptación a los relieves
- Modelaje
- Estética
- Etc.

El ferulaje es una herramienta básica de los terapeutas ocupacionales en el tratamiento de sus pacientes, ya que son los profesionales expertos en el uso y manejo de órtesis, entre muchas más cosas. Es por ello, que esta herramienta será de gran beneficio en el desarrollo del tratamiento del paciente

Todo profesional de la rehabilitación que se involucre en la prescripción de una órtesis debe considerar siempre al paciente con sus características personales, en su patología principal y secundarias, con los beneficios y riesgos eventuales del aparataje. Quien lo confeccione tendrá, además, que considerar los materiales a utilizar, los mecanismos de acción y la forma de confección. Por último, tendrá la responsabilidad de realizar las evaluaciones de seguimiento, modificaciones, suspensión de uso y evaluación de resultados finales. En definitiva, la sistematización en la indicación, confección, uso y seguimiento del ferulaje es un objetivo en el que hay que insistir y sobre el cual debemos seguir trabajando.

El uso de las férulas se remonta a hace varios siglos, cuando ya se utilizaban materiales como pieles, maderas, etc. para elaborar dispositivos de inmovilización, entre otros usos.

En el **año 1930** comenzó el desarrollo de polímeros de etileno y acetileno, cuya característica principal es ser termoplásticos, los que al ser expuestos al calor podían cambiar su forma, retornando posteriormente a sus características originales al enfriarse. Los más conocidos el polietileno, polipropileno, PVC y el caucho sintético.

En el **año 1960** se inicia la utilización de materiales termoplásticos de baja temperatura especialmente diseñados para su uso en la fabricación de órtesis y aparatos ortopédicos. Se trata de un tipo de poliéster cuyas principales características son cambiar de forma y ser moldeable a temperaturas menores desde 60 grados, lo que permite utilizar el agua caliente como medio de aporte de calor, facilitando su moldeo directamente al segmento afectado del paciente, sin realizar moldes en negativo.

Este hito posibilita el desarrollo de la técnica que destaca al terapeuta ocupacional como el profesional con los conocimientos y competencias necesarias para su diseño y confección, iniciándose así un importante desarrollo de diseños y aplicaciones que la posicionan como una herramienta clave para el manejo de distintos tipos de pacientes.

La utilización de órtesis o férulas desde una aproximación de terapia ocupacional, habitualmente está relacionada con facilitar, promover o mantener una posición del segmento lesionado de una persona de manera funcional y colaborativa en la recuperación progresiva de ésta. "Un área en la que el terapeuta ocupacional debe centrarse desde las primeras fases del proceso de rehabilitación es el mantenimiento del movimiento completo de articulaciones y de la fuerza muscular" (Turner, 2003, p 424).

En ocasiones esta premisa no se podrá cumplir completamente. Tal es el caso del abordaje en personas con importantes quemaduras en la etapa aguda; en ellas es vital el posicionamiento preventivo que muchas veces puede ser incómodo e involucra por completo el segmento afectado. "Los efectos de las férulas en el paciente quemado, en esta etapa, son los de asegurar la inmovilización de los segmentos articulares, disminuir las manifestaciones dolorosas, evitar posiciones antiálgicas y oponerse a la retracción" (Polonio, 2004, p 243).

El uso de órtesis, en lo posible, debe potenciar al menos un área de desempeño ocupacional, facilitando la ejecución de actividades básicas, complejas y/o significativas para quien la utiliza. Ya sea porque ofrezcan mayor confort, higiene y autonomía o que directamente promueva una función física específica de la persona.

Es por esto que el conocer las necesidades del usuario, el tipo de lesión y gravedad de ésta, requiere mantener un proceso evaluativo colaborativo continuo.

## 2. Función

- La **función protectora** la realizan inmovilizando segmentos o articulaciones para favorecer el reposo de las mismas, evitando movimientos bruscos o posiciones indeseadas (férulas de inmovilización). El bloqueo de la movilidad de alguna o algunas articulaciones en unos grados predeterminados, también cumple la función protectora de las férulas (férulas de bloqueo).
- La **función correctora** se realiza con férulas que van aplicando fuerzas progresivamente a las articulaciones para favorecer o incrementar el arco de movimiento o la función musculoesquelética debilitada (férula de movilización).
- La **función de asistencia** se refiere a la posibilidad de colocar, mediante mecanismos tractores, las articulaciones en posiciones adecuadas en ausencia de la función muscular (férula de movilización).



## II. Clasificación de las ortesis

### 1. ASHT-SCS

La Sociedad Americana de Terapeutas de Mano, en el año 1992, definió el Sistema de Clasificación de Órtesis S.C.S. (*System Clasification Splint*), según 4 características:

1. **Propósito fundamental:** da información sobre el objetivo de actuación de la férula. Se refieren a si la órtesis facilita la **movilización** (incluye las férulas estáticas seriadas, estáticas progresivas y dinámicas), **inmovilización** (son las estáticas) o **restricción** de la movilidad (férulas estáticas y dinámicas con bloqueo).
2. **Lugar anatómico:** Describe las articulaciones o estructura incluidas en la férula. Se refiere a las áreas afectadas en el diseño de la órtesis como, por ejemplo: articulaciones o segmentos corporales. Ejemplo de una férula articular es una inmovilizadora de muñeca y no articular un brazalete de húmero.
3. **Dirección cinemática:** Se refiere al sentido del movimiento de la articulación o articulaciones principales. Ejemplos de éstos son: órtesis de flexo-extensión, pronación, supinación, separación y aproximación, etc.
4. **Articulaciones secundarias:** Se refiere a las articulaciones involucradas en el diseño ortésico que no están relacionadas directamente a la principal. Así tendríamos férulas tipo 0, cuando no incluyen ninguna articulación secundaria; Tipo 1, incluye 1 articulación secundaria; Tipo 2 incluye 2 articulaciones secundarias.

### 2. Sistema de clasificación descriptivo

La siguiente clasificación es la más utilizada en nuestro país y se refiere a la presencia o no de elementos móviles en la órtesis, por esto la utilizaremos en la descripción de las órtesis incluidas en el manual. Teniendo en cuenta las funciones anteriormente descritas, las férulas se definen en base a las siguientes categorías:

- **Las férulas sinarticulares** no cruzan articulaciones por lo que no influyen directamente sobre la movilidad articular, por tanto, son férulas de inmovilización con función protectora. Por ejemplo: las ortesis circunferenciales estabilizadoras de humero, o para control de cicatrices hipertróficas.
- **Las férulas estáticas** estabilizan una o varias articulaciones completamente, son también férulas de inmovilización con función protectora de estructuras dañadas o inflamadas para evitar el dolor y disminuir la inflamación mediante el posicionamiento adecuado. Se utilizan como un soporte rígido en fracturas, condiciones inflamatorias de tendones y partes blandas y afectaciones nerviosas. Debe inmovilizarse “únicamente” la articulación cuyo movimiento intenta impedirse y, en consecuencia, tiene que moldearse anatómicamente según los contornos de la parte incluida y no debe ejercer presiones indebidas sobre prominencias óseas o en áreas por donde discurren paquetes vásculo-nerviosos.
- **Las férulas estáticas con bloqueo** permiten la movilidad en una dirección, pero la limitan en la opuesta, así consiguen bloquear bien el movimiento de flexión o el de extensión. Por ejemplo: para evitar la hiperextensión de la articulación Interfalángica Proximal (IFP) en las deformidades en cuello de cisne. Esta férula se colocaría en ligera flexión de la articulación, permitiendo el recorrido de flexión e impidiendo la realización de la extensión.
- **Las férulas estáticas seriadas** incrementan el arco de movimiento articular de forma pasiva mediante la aplicación de fuerzas intrínsecas de la férula que inmovilizan totalmente las articulaciones. La función de estas férulas es correctora. Para conseguir los objetivos se utilizan materiales con memoria que se van adaptando paulatina y progresivamente a medida que se

van mejorando los resultados. Por ejemplo: una serie de férulas para corregir una contractura del primer espacio interdigital.

- **Las férulas estáticas progresivas** influyen en la movilidad articular de la misma forma que las anteriores, pero utilizando para la aplicación de la fuerza un mecanismo extrínseco, es decir, un sistema de tracción no elástico que permite ajustar su tensión a medida que la rigidez o contractura va cediendo. Su función por tanto también es protectora.
- **Las férulas dinámicas** aplican una fuerza de tracción pasiva en una dirección mientras permiten la movilidad activo-resistida en la dirección opuesta. Para esto se utilizan materiales elásticos, muelles y resortes. Su función es, o bien de asistencia pasiva de uno de los movimientos, o correctora por medio de resistencia en el movimiento contrario. Por ejemplo: En las parálisis radiales una férula dinámica asistiría el movimiento ausente (extensión de metacarpo falángicas) y resistiría el de flexión que está intacto en estas lesiones.
- **Las férulas dinámicas con bloqueo** son una modificación de las anteriores que incorpora un elemento que limita la movilidad en una dirección del movimiento. Por ejemplo: En la intervención temprana de sutura tras una sección de tendones flexores, hay que proteger el tendón son dejar de mover, para favorecer el deslizamiento tendinoso y evitar las adherencias. En este caso se indicaría una férula dinámica con bloqueo de la extensión, asistiendo la flexión. Estas férulas son protectoras.

### 3. Sistema de clasificación por el epónimo

Describen la férula por el nombre de su inventor o el lugar donde fueron desarrolladas. La ventaja es que con una sola palabra aporta información sobre el diagnóstico de la lesión, la aproximación al tratamiento y el diseño de la férula. El mayor inconveniente es que no es específico y un mismo epónimo puede hacer referencia a varias férulas distintas. Algunos ejemplos son: Kleinert, Milwaukee, Stack.

### 4. Sistema de clasificación por el acrónimo

Es la nomenclatura propuesta por la ISO y tiene carácter internacional. Sin embargo, no es común su uso en la práctica clínica a excepción de las prescripciones para pedir prescripciones para copagos o subvenciones. Este sistema define las férulas por las iniciales de las articulaciones que la componen, en inglés. Por ejemplo, *AFO (Ankle Foot Orthosis)*, hace referencia a una férula de pie para estabilizar el talón y evitar el pie equino.

En ocasiones, a la descripción de las principales articulaciones se le añaden otros detalles para especificar los límites de la férula o el propósito funcional. Por ejemplo: **WHO With MCP 2-5 Extension Assist**, es una férula de posición funcional de la muñeca y mano que incluye la articulación metacarpo-falángica y tiene el propósito funcional de asistir la extensión de los dedos segundo a quinto.

La ventaja de este sistema es la clara referencia a las articulaciones implicadas y la desventaja es que para que sea suficientemente descriptiva, el nombre se alarga demasiado.

Las férulas deben cumplir con una serie de condiciones, entre ellas:

- Que sean simples
- Aceptadas por el paciente,
- Que puedan tener función real
- Que sean higiénicas.

Toda ortesis requiere de una evaluación previa y de un entrenamiento posterior. Ambos pasos en el proceso terapéutico son los que pueden llegar a garantizar que sean de ayuda para la persona. El

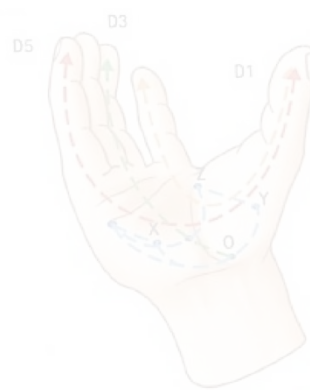
entrenamiento contribuye a que el paciente adquiera seguridad en la realización de las actividades aceptando el uso de la ortesis con la guía del terapeuta. El uso y cuidado de la ortesis es parte del trabajo que debe hacer el terapeuta. Es importante, por ejemplo, que no presione puntos importantes por donde puedan pasar arterias porque es susceptible que puedan aparecer lesiones. Las ortesis pueden ser indicadas por el médico y el TO. En la práctica, el TO también las confecciona. En algunos casos, la prescripción es conjunta, o sea del equipo de rehabilitación.

### III. Principios fundamentales de las ortesis

#### 1. Principios anatómicos

Habrá que tener en cuenta a la hora de confeccionar una férula de la mano:

- **Arcos de la mano:** los humanos para la precisión de movimientos y la capacidad de prensión, que nos diferencia de los animales, tenemos estructurada la mano con tres arcos que están dispuestos, uno en sentido longitudinal y los otros dos en sentido transverso.
  - El **arco transversal distal** está distribuido a lo largo de las cabezas metacarpianas, su concavidad varía a medida que el pulgar se opone al resto de los dedos. Cuando confeccionamos las férulas, tenemos que colocar previamente la mano con su arco formado y moldear el termoplástico sobre él para evitar una mano plana que incumpliría este principio anatómico.
  - El **arco longitudinal** se forma por la movilidad de los cuatro radios digitales, que incluye los metacarpianos junto con las falanges correspondientes. Este arco mantiene el equilibrio entre la flexo-extensión con gran precisión manteniendo la dinámica general de la mano. En todas las férulas que incluyan las articulaciones metacarpofalángicas, (MCF) interfalángica proximal (IFP) e interfalángica distal (IFD), interviene este arco.
  - El **arco transversal proximal** es un arco rígido que corresponde a la del macizo carpiano. En el caso de los tendones flexores actúa como punto apoyo evitando su arqueo cuando la muñeca está flexionada.



Es importante mantener los arcos en todas las férulas que incluyan a la muñeca y los dedos, para favorecer la funcionalidad de la mano.

- **Pliegues de flexión:** Son puntos de referencia básicos a la hora de hacer una férula. Los pliegues de flexión de los dedos son tres, localizados en la cara palmar a nivel de las articulaciones IFD, IFP, MCF. En la palma de la mano diferenciamos tres pliegues:
  - **Pliegue palmar distal:** Se inicia en el borde cubital de la cabeza del quinto metacarpiano y se dirige hacia arriba para concluir en la base del segundo y tercer dedo.
  - **Pliegue palmar proximal:** parte del borde radial del segundo metacarpiano y continua hacia abajo, terminando en la eminencia hipotenar.
  - **Pliegue tenar:** se origina junto al anterior, bordeando toda la eminencia tenar para acabar en medio de las dos eminencias.
  - **En la muñeca** encontramos 2 o 3 pliegues más, situados de forma más o menos paralela a la muñeca. Sirven de referencia a la hora de encontrar los ejes de los movimientos.



Los pliegues palmares se desarrollan durante el período embrionario, alrededor de la semana 12 de gestación. Sirven para identificar las articulaciones, pero también son importantes por su implicación funcional y como punto de referencia en la elaboración de férulas, los principales son:

1. Pliegue dígito-palmar de la articulación interfalángica distal.
  2. Pliegue dígito-palmar de la articulación interfalángica proximal.
  3. Pliegue palmar medio, corresponde a la articulación metacarpo – falángica del dedo índice.
  4. Pliegue de oposición del pulgar o pliegue palmar.
  5. Pliegue palmar inferior, corresponde a las articulaciones metacarpo – falángica de los tres últimos dedos.
- **Principio de doble oblicuidad:** Todas las férulas que incluyan la palma de la mano tienen que respetar este principio, que se demuestra en la práctica si se sujeta un lapicero con el puño cerrado y el antebrazo en pronación. En esta posición se forman dos ángulos:
- El **primer ángulo** forma porque el eje transversal (que corresponde a la línea que pasa a través de las cabezas metacarpianas) no es completamente perpendicular al eje longitudinal del antebrazo. Esto se deriva de la propia anatomía de la mano, porque existe un acortamiento progresivo de la longitud cubital y radial de los metacarpianos, teniendo su punto máximo en el tercer metacarpiano.
  - El **segundo ángulo** oblicuo lo forma el eje transversal de la muñeca con la línea metacarpiana que, si cerramos el puño y lo apoyamos sobre la mesa en pronación, se observa que el borde cubital está mucho más próximo al plano de la mesa que el borde radial. Esto se acentúa a medida que apretamos el puño. La explicación anatómica de este segundo ángulo es por la movilidad de los cuarto y quinto metacarpianos en contraposición con la inmovilidad del segundo y tercero.



Este principio aplicado a las férulas hace que a la hora de confeccionarlas haya que tomar especial interés en diseñarlas más altas y largas por su lado radial.

## 2. Principios biomecánicos

Como la mecánica es la parte de la física que estudia el movimiento, hay que tener en cuenta la aplicación de estos principios al confeccionar las férulas y que cumplan el objetivo para el que han sido pensadas. Los conceptos mecánicos básicos son la **fuerza, la presión las palancas**.

**La fuerza**, por definición es un vector cuantitativo, que bien altera un cuerpo reposo (efecto estático), o produce aceleración al mismo (efecto dinámico). La fuerza está representada por un vector con su punto de aplicación, dirección, sentido y la intensidad.

**La presión** es la medida que expresa la fuerza aplicada sobre una superficie:

$$P = F/Ag/cm^2$$

Donde “P” es la presión, “F” la fuerza y “A” la superficie medida en gramos por centímetros cuadrados. Aplicando esta fórmula sencilla cuando se hace una férula, vemos que, aumentando el área de aplicación de una fuerza, disminuye automáticamente la presión, o bien, si se necesita aplicar mucha fuerza se aumente la superficie sin que varíe la presión. Otra aplicación de este concepto en las férulas

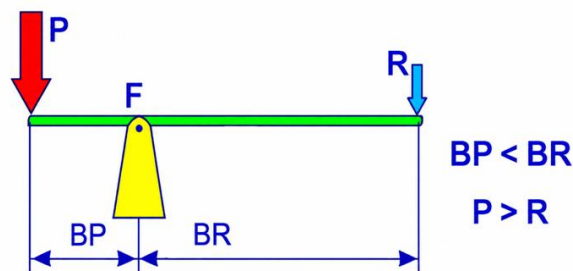
es que los bordes redondeados disminuyen la presión. Además, es preferible en el caso de que existan prominencias, que haya una adaptación continua de las férulas para que no se concentre toda la presión en un mismo punto. En el caso de que en una férula existan componentes pequeños que ejerzan mucha presión se debe tener la precaución de acolcharlos previamente.

**Las palancas** son barras rígidas que giran alrededor de un punto de apoyo y a las que se le aplican dos fuerzas: la resistencia (R) y la potencia (P).



Para que una palanca esté en equilibrio tenemos que considerar, además de la magnitud de las fuerzas, la distancia del fulcro (punto de apoyo) al punto de aplicación de la potencia (brazo de potencia, BP), como la distancia del fulcro al punto de aplicación de la resistencia (brazo de resistencia, BR). La fórmula que define una palanca en equilibrio es:  $P \times BP = R \times BR$ .

Llamamos ventaja mecánica (VM) a la relación entre la longitud del BP y el BR, que viene dado por:  $VM = BP/BR$ . Las palancas con VM son favorables para la potencia, porque con una pequeña potencia podemos vencer una gran resistencia.



Para aplicar el concepto de palancas a las férulas, se considera la férula como palanca de primer grado, donde el punto articular o fulcro estaría en la muñeca, la resistencia correspondería al peso de la mano y la potencia, al del antebrazo. Como sería complicado medir cuantitativamente la fuerza que ejerce el paciente, se aplicará, siempre que se pueda, el principio de ventaja mecánica, ampliando la longitud de BP y así disminuir la presión.

### 3. Principios fisiológicos

Estos principios ayudan a resolver dudas como, cuánta fuerza se debe aplicar, qué tipo de fuerza y durante cuánto tiempo.

Para saber cuenta fuerza:

1. Es necesario conocer que los tejidos sufren una deformación cuando son forzados. Si la fuerza aplicada es pequeña ocurre una deformidad dentro de un **rango elástico**, es decir, que si eliminamos la tensión desaparece la deformidad. Por el contrario, si la tensión sobrepasa el límite elástico, se pasa al **rango plástico** en el que, aunque se elimine la tensión no se recupera la forma original porque se han producido microtraumatismos que pueden ser transitorios o definitivos según la tensión ejercida.
2. Para saber cuánta fuerza debe ser aplicada también hay que tomar como referencia el **principio de crecimiento y reabsorción**, que explica cómo **una suave y prolongada tensión favorece el crecimiento de los tejidos**, mientras que **la falta de tensión induce a la reabsorción del mismo**. Por Ejemplo: cuando se hace una férula de inmovilización de IFP de

un dedo, se observa que, si la posición de la articulación es mantenida en extensión, en el transcurso de unos días los pliegues dorsales de flexión habrán desaparecido. En el caso de retracciones tendinosas, utilizaremos la suave y prolongada tensión para el crecimiento progresivo del tejido contracturado.

3. Por último, para aplicar fuerzas no hay que olvidar la lesión ni los objetivos a conseguir, si se trata de prevenir una contractura, por ejemplo, en una parálisis radial, la fuerza debe ser sólo la suficiente para conseguir el posicionamiento adecuado de las articulaciones. Esto se consigue aplicando una fuerza mínima que mantenga el equilibrio articular, de lo contrario, si se aplica demasiada fuerza, estaríamos potenciando la musculatura antagonista. En el caso de la rigidez ya instaurada, necesitamos incrementar el arco pasivo de movimiento mediante estiramiento de los tejidos. Si el estiramiento es brusco se producirá el desgarramiento microscópico de los tejidos con el consiguiente aumento de la respuesta inflamatoria y retraso en la evolución. Lo ideal es aplicar poca fuerza durante un periodo prolongado de tiempo. La fuerza tiene que ser tal, que el paciente no note que se le está traccionando. Existen en el mercado dinamómetros específicos para determinar estas medidas, así como un sistema de muelles graduados con distintos colores que dan una idea bastante acertada de la cantidad de fuerza que hay que aplicar.

Para saber qué tipo de fuerza se debe aplicar, hay que hacer un repaso de los procesos de los tejidos en recuperación:

1. La primera fase por la que pasa un tejido que ha sido lesionado, es la **fase inflamatoria**; esta también es la fase en que la parte lesionada está inmovilizada para favorecer la curación. El objetivo principal en este periodo es prevenir y evacuar el exceso de fluidos, por eso el tipo de férula más adecuada son las férulas estáticas.
2. En la **fase fibroplástica**, comienza a aumentar la fuerza de tensión entre los extremos de la herida mediante el colágeno sintetizado por los fibroblastos. Se trata, no obstante, de uniones débiles, por eso en esta fase se utilizan férulas de bloqueo, tanto estáticas como dinámicas, para proteger las estructuras en evolución.
3. Y en la tercera fase o **fase de maduración**, el colágeno está más organizado formando tejidos más fuertes a los que se les puede aplicar fuerzas de mayor tensión, mediante férulas estáticas seriadas, estáticas progresivas e incluso dinámicas.

Con respecto al tiempo de aplicación de las fuerzas, hay que saber que, si la fuerza correctora es mayor, se deben utilizar férulas estáticas progresivas y dinámicas durante un tiempo máximo intermitente de 4/5 horas al día, siempre vigilando que estas fuerzas no ocasionen lesiones secundarias por roce, presión excesiva ... etc. Si la fuerza correctora es menor, podemos aplicar férulas estáticas seriadas durante un tiempo mayor, entre ocho y doce horas por día, generalmente aprovechando los periodos de reposo nocturno. Además, así no impediríamos la funcionalidad de la mano durante el día y se evitaría el uso de tracciones más fuertes.

## 4. Principios de diseño y fabricación

### 4.1. Superficie de contacto

Para diseñar férulas de miembros superiores, hay que definir perfectamente la superficie de contacto de la férula con la parte del cuerpo en la que se va a colocar.

Según este criterio distinguimos los siguientes tipos de férula:

- **Anterior o palmar** si está en contacto con la cara palmar del antebrazo o mano.

- **Posterior o dorsal** si el contacto es dorsal. Las férulas de base palmar tienen como ventaja, que amortiguan la propia musculatura y con ellas es más fácil de trabajar la flexión, pero al cubrir la superficie sensorial de la mano, dificultan el poder prensil, en cambio, las férulas con base dorsal se utilizan más como base de férulas dinámicas de extensión, dejando libre el territorio sensorial de la mano.
- **Férulas Laterales** (cubital o radial) cuando el contacto es por una de las caras laterales del antebrazo.
- **Férula circunferencial**, si envuelve completamente una articulación o segmento.
- **Férula bivalva**, compuesta por dos partes separadas que entre ambas encierran la articulación o estructura.
- **Férula espiral**, el contacto con el miembro tiene esa misma forma.
- **Férula de dos superficies**, que cruzan una articulación contactando cada superficie con una cara de ella.

#### 4.2. Localización de la base

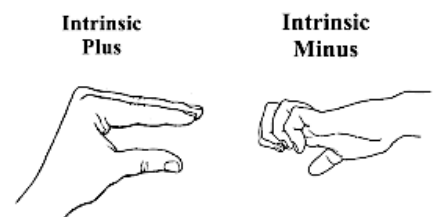
También hay que definir la **localización de la base** identificando el segmento del cuerpo más proximal que esté en contacto con la férula. Según esto, los diseños más comunes son férulas con base en el antebrazo, la mano o en dedo.

En los diseños de férulas de inmovilización es imprescindible tener en cuentas si la patología nos impone una posición concreta (como en las férulas para tratamientos de flexores). Si no es así, las posiciones ideales a las que se deben llegar son básicamente dos:

**La posición de reposo:** muñeca de 0 a 20 grados, IF en ligera flexión y pulgar en oposición.

**La posición funcional** es aquella similar a la que adopta la mano al coger una pelota de tenis, es decir, muñeca algo más extendida (entre 30 y 45 grados), IFS más flexionadas y pulgar en oposición, pero aumentando la separación. Estas dos posiciones son correctas en presencia de articulaciones flexibles y buen deslizamiento tendinoso, como ocurre en las lesiones nerviosas, donde la movilidad articular pasiva está intacta y la mano se posiciona en espera de la recuperación de la función muscular.

En presencia de una mano con Edema dorsal o quemaduras donde la deformidad produce retracciones de MCFs en hiperextensión, IFs en flexión y pulgar en adducción (Add), hay que plantearse una posición contraria a la deformidad, y esta es la **posición de seguridad o intrinsic plus position**: muñeca 15°-30° de extensión, MCF entre 50°-70° de flexión, IFs extendidas y pulgar en oposición y abducción. La clave está en mantener la máxima tensión de los ligamentos colaterales metacarpianos. Esto se consigue con las MCFs flexionadas. Una férula que no mantiene esta posición para esta patología favorecería la relajación de estos ligamentos que acabarían acortándose, al retirar la férula no podría flexionar las articulaciones MCFs produciéndose un fracaso de la ferulización.



En el caso de la artritis reumatoide, habría que invertir este concepto, porque los ligamentos metacarpianos son excesivamente laxos y lo que interesa es acortarlos para evitar la desviación cubital y la inestabilidad de los dedos; Esta sería la **posición de Intrínseco minus (intrinsic minus)**.

En los diseños de férulas de movilización al colocar los dispositivos de tracción hay que ser muy minuciosos y observar la disposición de estos. La fuerza de tracción debe ser aplicada en un ángulo de noventa grados con respecto al segmento movilizado.

Esto es así porque la fuerza de tracción tiene dos componentes:

1. **El elemento de traslación**, que produce compresión/descompresión de la articulación. A 90° esta fuerza está anulada; a menos de 90°, las articulaciones son empujadas (comprimidas). A más, las articulaciones se separan (se elongan).
2. **El elemento de rotación** tiene que ser perpendicular al eje de rotación. A 90° se encuentra en su punto más fuerte; si no es así, se produce un reparto desigual de las fuerzas acumulándose más fuerza en uno de los bordes externos o internos de la articulación, ocasionando lesiones adicionales. En los casos de las fuerzas de tracción en flexión, la dirección de la misma debe ir dirigida a escafoides como indicaría el movimiento normal de los dedos.

Cuando ya se han tenido en cuenta tanto la patología como la aplicación de los principios anatómicos, fisiológicos y biomecánico, si esto no nos marca una posición específica tendremos en cuenta la función que el paciente va a realizar con la férula, siendo el terapeuta ocupacional el que tiene la competencia de hacer una valoración minuciosa de todas y cada una de las funciones de la mano. No es lo mismo, por ejemplo, posicionar una mano en una actividad como la escritura, de una persona zurda o una diestra.

## IV. Materiales

Actualmente el material de base que más se utiliza en la confección de ortesis es el termoplástico. Se trata de un tipo de plástico termo-conformable a bajas temperaturas (entre 50 Y 80 grados), que permite que se trabaje directamente sobre la piel del paciente sin miedo a producirle quemaduras. Hay muchos tipos de plásticos en el mercado Y cada terapeuta ocupacional tiene sus preferencias, pero siempre hay que tener en cuenta unas características que los diferencian. Las tres características Principales son: **La resistencia, el grosor y la perforación**.

- **La resistencia**: es el grado de oposición que presenta el termoplástico al estiramiento sin llegar a romperse. Hay materiales de resistencia máxima, moderada y mínima. Dependiendo de qué tipo de férula se vaya a realizar se utiliza una resistencia u otra. Por ejemplo: En una férula para el control de la espasticidad, lo mejor será elegir materiales de máxima resistencia al estiramiento pues no se deformará al colocarlo en una mano que hay que ir relajando mientras se férula.
- **El grosor**: con respecto al grosor, los materiales oscilan entre un milímetro y medio y casi cinco milímetros; esto tiene mucho que ver con el tamaño de la férula y con la rigidez. A más grosor, más rigidez, pero hay ocasiones, que, aunque la férula sea grande, no es necesario que sea muy rígida como, por ejemplo, en una férula para posicionar una muñeca con un síndrome del túnel carpiano, en este caso se pondría un material fino; en cambio, en una férula grande, para intentar vencer una rigidez de rodilla, se pondrá un plástico de más grosor (entre tres milímetros y medio y cuatro milímetros).
- **La perforación**: los materiales pueden ser, no perforados, perforados, o super-perforados. La perforación está en relación con la ventilación. Al tratarse de plásticos, la piel en contacto con él tiene pocas posibilidades de transpirar; en caso de personas que sudan mucho, hay que elegir plásticos ventilados en mayor o menor medida, pero hay que tener en cuenta que mayor perforación, menor rigidez.
- **La memoria**: es la capacidad que tienen algunos materiales de recuperar su forma original en frío tantas veces como se sumerja en el agua y llegue a su temperatura óptima de modelado. Esta característica es muy útil cuando se realizan férulas estáticas seriadas, o cuando hay que hacer pequeñas modificaciones en el transcurso de un tratamiento ortésico.
- **Revestimiento**; algunos plásticos están cubiertos por una capa protectora que facilita al terapeuta ocupacional la confección de las férulas, porque permite adherir momentáneamente el material sobre sí mismo mientras está caliente, pero que después en frío se puede despegar.

Si el terapeuta prefiere esta adhesión sea definitiva, como al instalar mecanismos dinámicos a la base plástica, este revestimiento se elimina frotando con algodón empapado en disolvente, sobre la zona que se quiera adherir.

- El **tiempo de trabajo** depende de la resistencia, el grosor y la perforación. Cuanta más resistencia tenga un material, menos tiempo de trabajo. Cuanto más grueso, más tiempo de trabajo, porque tarda más en enfriar; cuanto más perforado esté menos tiempo de trabajo. En general los tiempos oscilan entre 3 y siete minutos desde que ha conseguido la temperatura óptima de modelado.

## 1. Componentes de las férulas de movilización

Las férulas de movilización o dinámicas, están compuestas de una base estática y de unos mecanismos externos, que pueden ser dispositivos dinámicos, de sujeción o accesorios.

1. **Bases estáticas:** existen varios tipos, que se utilizan dependiendo de la elección del terapeuta, atendiendo a criterios como pueden ser: experiencia personal, costes, tiempo disponible, etc. Son:
  - **Patrones a medida:** confeccionados directamente sobre el cuerpo del paciente, adaptándolo a medida. Son más económicos, pero requieren más tiempo para elaborarlos.
  - **Patrones estándar:** Son lo que se conoce como plantillas, es decir, patrones realizados en medida estándar, lo cual permite reducir tiempo de elaboración, pero necesita ajustes para que se adapten bien.
  - **Pre-cortados:** Son piezas planas de termoplásticos que ya vienen cortadas de fábrica con el patrón de cada tipo de férula. Permite ahorrar mucho tiempo en la confección de la férula, pero son más caros.
  - **Preformados:** Son férulas premoldeadas que pueden calentarse para hacer pequeñas modificaciones. Ahorra mucho tiempo, al necesitan solo pequeños ajustes, y son muy prácticas cuando no es posible trabajar directamente sobre el paciente, pero es una opción más cara.
  - **Prefabricadas:** Son férulas completamente terminadas de fábrica, realizadas en materiales de alta temperatura (corsés) o materiales blandos como muñequeras. Son la opción más cara y dan más problemas de adaptación, pero requieren menos tiempo de preparación.
2. **Mecanismos externos:** Se dividen en elementos dinámicos y accesorios. A la vez, los elementos dinámicos se subdividen en:
  - **Muelles y resortes:** Son elementos de energía acumulada y sirven para realizar las tracciones de las férulas.
  - **Gomas:** Realizan el aporte dinámico de las férulas, entre ellas destacan:
    - Bandas elásticas
    - Cordón elástico revestido
    - Tubos elásticos: con resistencia graduada, proporcionando ejercicios activos con gran resistencia.
3. **Otros mecanismos externos.** Además de los ya expuesto, hay otros mecanismos externos accesorios, como:
  - **Hilo de Nylon:** se utilizan para realizar tracciones no elásticas y como accesorios para las gomas.

- **Dediles:** son cintas o protectores de dedo de material suave pero resistente (cuero, neopreno, etc.), que sirven para posicionar los dedos y anclar los distintos mecanismos.
- **Conectores:** tubos de aluminio que facilitan el anclaje de los elásticos/hilos.
- **Velcros:** Son el punto de anclaje o de sujeción de cualquier férula, tanto de movilización como de inmovilización.

## 2. Recomendaciones para la adaptación y colocación de ortesis

- Se adaptará a la forma de la extremidad, evitando comprimir zonas óseas prominentes y paquetes vásculo-nerviosos.
- En la prescripción, el médico debe señalar claramente la función de la ortesis, las articulaciones o segmentos de la extremidad que tienen que moverse libremente, y dentro de lo posible, se procurará que la ortesis no interfiera con el tacto, ni con la acción de los dedos.
- Deben permitir la transpiración, sobre todo a nivel de la mano, por lo que se recomienda que estén perforadas.
- En las ortesis dinámicas se debe hacer comprender al usuario el mecanismo de funcionamiento y educarle para su utilización.
- Como norma general de mantenimiento, el usuario deberá cuidar y limpiar la ortesis para evitar la acumulación de suciedad. En el caso de las de termoplástico realizará la limpieza, con agua y jabón, y dejará secar totalmente la ortesis antes de colocarla de nuevo. Revisará diariamente la piel, manteniendo de forma pulcra su higiene y consultando al médico, si aparecen zonas enrojecidas, erosiones o rozaduras.

## V. Principales Ortesis

### 1. Principales tipos de ortesis de Miembro Superior

Atendiendo al segmento anatómico donde ejercen su función podemos agruparlas en:

- **Ortesis de dedo:** actúan sobre articulaciones interfalángicas.
- **Ortesis de mano:** actúan sobre articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas.
- **Ortesis de muñeca y mano:** actúan sobre las articulaciones de la muñeca y las metacarpofalángicas, sin acción sobre las interfalángicas.
- **Ortesis de muñeca, mano y dedos:** actúan sobre las articulaciones de la muñeca, las metacarpofalángicas y las interfalángicas.
- **Ortesis de codo:** actúan sobre la articulación del codo. Además, en este subgrupo se incluyen las combinadas con la muñeca o el segmento comprendido entre ellas.
- **Ortesis de codo y hombro:** actúan sobre las articulaciones del hombro, del codo o sobre el segmento comprendido entre ellas.
- **Ortesis de hombro, codo y muñeca:** actúan sobre el miembro superior completo.

Se prescriben aparte, los dispositivos articulares de estas ortesis: articulaciones de muñeca, codo y hombro.

Según su función e indicación pueden ser aplicadas al paciente, de forma continua y permanente, o bien en periodos diurnos o nocturnos exclusivamente.

#### 1.1. Ortesis para hombro

- **Ortesis o férula “aeroplano”:** (Fig. derecha) Dispositivo liviano confeccionado en plástico/aluminio. Constituye una ortesis de abducción funcional; actúa sobre el hombro, protegiéndolo de una



contractura en aducción, y aliviando las tensiones sobre este. Utilizado en lesiones del plexo braquial, quemaduras axilares, luxaciones del hombro, fracturas humerales y en el postoperatorio de la cirugía del “manguito rotador”, cuando se desea adecuado control posicional del hombro y del codo.

- **Arnés “en 8” / brace clavicular:** (Fig. 2) Usado para la restricción del movimiento en fracturas claviculares para permitir el remodelado óseo y la cicatrización de los tejidos.
- **Cabestrillo (shoulder sling):** (Fig. 3) Utilizado para soportar el peso del brazo o de un escayolado antebraquial, reducir el edema de la extremidad distal, restringir el movimiento no deseado, y proveer mínimo soporte glenohumeral. Útil en condiciones postraumáticas del hombro-brazo y en las lesiones leves del mango rotador o subluxación del hombro. Constan de un mango antebraquial y una banda de sujeción contralateral de ajuste graduable. Otras variantes presentan bandas accesorias para un mejor posicionamiento y fijación, brindando un soporte adicional en la extremidad ipsilateral.
- **Cabestrillo para hemipléjicos:** (Fig. 4) Consta de una abrazadera o manguito humeral con un sistema de suspensión tipo arnés “en 8”. Utilizado para la inmovilización del hombro hemipléjico, lo cual ayuda a reducir el dolor y evitar la subluxación del hombro.

## 1.2. Ortesis para el codo

- **Ortesis de control de codo:** (Fig. 5) Proveen estabilidad medio-lateral del codo y rotacional del antebrazo, limitan la rigidez de flexión o extensión del codo, o ambos. Son utilizadas para promover la curación en las epicondilitis (medial o lateral), síndrome del túnel cubital, fractura de olecranon, quemaduras y en el postoperatorio de la cirugía del codo.
- **Straps epicondiliares:** (Fig. 6) Se aplican circunferencialmente en el antebrazo distalmente al epicóndilo. Son utilizados para minimizar el dolor durante la actividad (ej. “codo del tenista”) reduciendo la inflamación y promoviendo la curación.

## 1.3. Ortesis antebrazo-muñeca

Pueden ser palmares (volares) o dorsales. La muñeca con frecuencia se posiciona entre 15-30° de flexión dorsal (extensión), con excepciones como en el “Síndrome del túnel carpiano”, donde la muñeca debe ser mantenida en posición neutra para minimizar la compresión del nervio mediano. El tipo volar o palmar debe permitir la flexión MCF al terminar su reborde antes del pliegue palmar distal.

Los tipos de ortesis antebrazo-muñeca incluyen las siguientes:

- **Ortesis de muñeca de tipo cock-up** (Fig. 7)
- **Ortesis de extensión de muñeca** (Fig. 8)
- **Ortesis para neuropatía cubital**

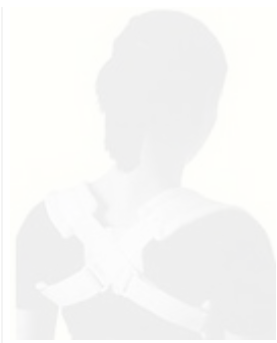


Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7

Las ortesis estáticas sirven para proteger, inmovilizar y ayuda a prevenir o corregir contracturas:

- **Ortesis IFP:** (Fig. 9) Utilizada para inmovilizar las deformidades en hiperflexión de la articulación IFP en pacientes con dedos “en ojal” (boutonniere) o para prevenir la hiperextensión de la articulación IFP en las deformidades de tipo “cuello de cisne”, vistas ambas en pacientes con artritis reumatoide.
- **Ortesis IFD:** (Fig. 10) Utilizada para inmovilizar las articulaciones IFD como en el caso de reparación de tendones extensores o ligamentos colaterales (férula de Stack).
- **Ortesis MCF:** (Fig. 11) Cuya función es mantener las falanges distales en posición funcional, mientras previene la hiperextensión de las articulaciones MCF. Estos dispositivos son utilizados en pacientes portadores de quemaduras, esclerodermia o lesiones nerviosas.
- **Ortesis estática del pulgar:** (Fig. 12) Utilizada para estabilizar las articulaciones carpometacarpianas, interfalángicas o metacarpofalángicas en pacientes con condiciones traumáticas o artríticas, y en aquellos con debilidad muscular tenar proporcionando un “soporte” para el pulgar.

Las **ortesis dinámicas** sirven para mantener la estabilidad, al mismo tiempo que proveen fuerzas correctivas dinámicas en una posición adecuada, asistiendo funcionalmente a los extensores débiles. Estos dispositivos pueden ser adaptados con soportes, resortes, elásticos, bandas de caucho y otros sistemas, con la finalidad de proveer una asistencia dinámica

La ortesis dinámica interfalángica (ODIF) para el pulgar es utilizada para asistir en la extensión de la articulación IF, mientras se mantienen en posición las otras articulaciones de la mano. Este dispositivo es utilizado para sustituir la debilidad del músculo extensor largo del pulgar.

Existen ortéticos para el miembro superior diseñados para cumplir funciones especiales, dentro de ellos tenemos:

#### 1.4. Ortesis de tenodesis

Utilizada para facilitar la “pinza trípode” a partir de la acción de tenodesis natural de la muñeca. Esta acción requiere que la fuerza motora de los extensores de la muñeca sea como mínimo de grado 3+/5. Cuando la muñeca se extiende, el pulgar es llevado en oposición con el II y III dígitos, movimiento particularmente útil en pacientes con cuadriplejía nivel C6 (tienen capacidad de extender la muñeca, pero no la de flexionar sus dedos). Su accionamiento puede ser de tipo mecánico-reciprocante o mediante comando externo de tipo mioeléctrico o electrónico. (Ver Figura 13)

#### 1.5. Ortesis reductora del tono (ortesis anti espástica)

Dispositivos diseñados para reducir el tono flexor en pacientes con espasticidad significativa y prevenir la “mano en garra” o el acortamiento muscular permanente (contractura) como se observa comúnmente en pacientes con desórdenes neurológicos como el ictus, TCE, lesiones medulares cervicales y parálisis cerebral. Estas ortesis se colocan intercaladamente a lo largo del día (2 horas de uso/2 de descanso)



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11



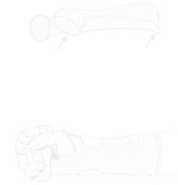
Figura 12



Figura 13

Las ortesis para reducción del tono más comunes incluyen, la ortesis “coniforme” (*cone splint*), la ortesis anti espástica tipo “pelota” o concha (*ball-antispasticity splint*) y la ortesis de boxeador o de Heidelberg.

También se incluyen las **férulas de Heidelberg**, similares a guantes de boxeo, que se utilizan especialmente en lesiones medulares cervicales, en fase inicial, alternándolas con rodillos o conos acolchados.



### 1.6. Ortesis de flexo-extensión dinámica del codo

Ortesis dinámica liviana, lavable, almohadillada. Indicada en toda condición que produzca rigidez del codo para incrementar el rango de movimiento. También es útil para ayudar a incrementar la potencia de los músculos relacionados a la articulación del codo.



### 1.7. Ortesis dinámica para neuropatía radial

Ortesis de la “nueva generación” indicada principalmente para el manejo de la neuropatía radial – neuropatía del interóseo posterior. Además, es útil para la cinesiterapia después de la reparación de los tendones extensores y para la ejecución de ejercicios de movilización de los dedos y muñeca.



## 2. Principales ortesis de columna

En las lesiones cervicales pueden ser de ayuda los collarines, pudiendo ser blandos, rígidos o semirrígidos, en función de la lesión y los objetivos marcados. También puede variarse la altura del mismo. Dentro de ellos están:

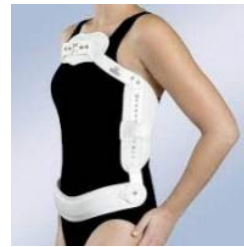
- El **Collarín Philadelphia**, en diferentes durezas.
- Los **soportes cervicales tipo I.M.O.**: que pueden contar con apoyo torácico y en hombros.



A nivel dorsal y lumbar podemos encontrar diferentes ortesis en función de la necesidad de inmovilización o corrección que se tenga:

- Fajas elásticas con mayor o menor inmovilización.
- Corsé de Boston y Corsé de Milwaukee: para corregir escoliosis.

- **Marcos de hiperextensión tipo Jewett o cruciforme:** Para fracturas de vértebras o inmovilizaciones completas.



### 3. Principales ortesis de Miembro inferior

- Dispositivos tipo pañal **FREJKA, VON ROSEN, PONSETI**: usados en luxaciones congénitas de cadera, inmovilizándola en abducción y flexión, permitiendo variar y regular los ángulos. (Fig. 24)
- **Arnés de PAVLIK**: Se usa en luxación congénita de cadera, permite regular la ABD y flexión de la misma, permitiendo cierto grado de movilidad. (Fig. 25)
- **Ortesis tipo SWASH**: utilizada tras cirugía de cadera, especialmente en PCI, y en displasias de cadera. Posiciona la cadera, permitiendo su uso diurno (marcha y sedestación) y nocturno. (Fig. 26)
- La ortesis tipo **CAM WALKER** o **ROM WALKER**: se usa en patología del tendón de Aquiles, incluida las tenotomías que se realizan en patología neurológica infantil y en fracturas de tobillo. (Fig. 27)
- Las órtesis en polipropileno tipo **Rancho de Los Amigos**, están indicadas en parálisis flácidas sin deformidades severas. (Fig. 28 y 29)
- La **Férula de Denis Brown**: se utiliza en patología severa del pie infantil. (Figura 30)
- **AFO**: Ortesis corta de miembro inferior. Puede incluir o no el tobillo. Su función principal es estabilizar el pie y/o el tobillo en lesiones neurológicas leves. (Fig. 31)
- **DAFO**: ortesis de miembro inferior por debajo de la rodilla. Es muy común su uso en patología neurológica. Puede contar con tobillo articulado o no. (Fig. 31)
- **KAFO**: o aparato largo de marcha, es una férula que incluye rodilla, tobillo y pie. Se utiliza fundamentalmente en lesiones neurológicas importantes, como lesiones medulares. (Fig. 32)



Figura 24



Figura 25



Figura 26



Figura 27



Figuras 28 y 29



Figura 30



Figura 31



Figura 32

## VI. Bibliografía

- Hopkins, HL, Smith, HD. "terapia ocupacional". 8ª edición. Madrid. Editorial médica panamericana, 1998.
- Polonio López, B." Terapia ocupacional en discapacitados físicos: teoría y práctica". Madrid. Editorial médica panamericana. 2003.
- Trombly, CA. "terapia ocupacional para enfermos incapacitados físicamente". México: la prensa médica mexicana. 1990.
- Turner A, Foster M, Johnson S. "terapia ocupacional y disfunción física. Madrid. Editorial Elsevier Churchill Livingston. 2003.
- Chapinal Jiménez, A. "Involuciones en el anciano y otras disfunciones de origen neurológico". Barcelona. Masson. 1999.
- García Hernández V.; Martínez Utrera, E. Capítulo 62 en "Terapeutas Ocupacionales. Servicio andaluz de salud". Volumen 3. Sevilla. MAD. 2007.
- guía descriptiva de ortoprótesis. Tomo II. ortesis de miembro superior y miembro inferior. CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD. Ministerio de sanidad. 2001.
- Apuntes curso "terapia ocupacional en la rehabilitación del miembro superior" AYTONA. 2008.
- Gomar Sancho, V.C. "Guía de Patologías y sus indicaciones ortésicas". 2014. PRIM
- Martínez Piédrola, R.M. y col. "Terapia de la mano". Madrid. Editorial Síntesis. 2015.

**Centro Estudio se reserva todos los derechos sobre este material, que es de uso exclusivo e intransferible del alumno/a matriculado/a en el centro y en esta categoría. Queda prohibida la venta y/o reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de Centro Estudio Oposiciones.**