

# Accidente cerebral vascular. Características de la marcha hemipléjica y sus tratamientos.

Trabajo Fin de Grado

Código de la asignatura: 30416

Grado de Podología

Curso: 2014-2015

Autora: M<sup>a</sup> Pilar Broto Broto

Tutora: Montserrat Marugán de los Bueis

Fecha de presentación: Junio 2015

# ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	1
1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN.....	2
1.1 ORIGEN Y MOTIVACIÓN.....	2
2. CUERPO DEL TRABAJO.....	3
2.1 ANATOMÍA DEL ENCÉFALO .....	3
2.2 FISIOLÓGÍA Y ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA MOTOR .....	5
2.3 TRANSTORNOS MOTORES. DEFINICIÓN DE HEMIPLEJÍA.....	5
2.3.1 Lesiones de la primera motoneurona: .....	6
2.3.2 Lesiones de la segunda motoneurona:.....	6
2.4 ENFERMEDAD VASCULAR CEREBRAL .....	6
2.4.1 Clasificación y nomenclatura de las enfermedades vasculares cerebrales.....	7
2.4.2 Factores de riesgo de accidente cerebral vascular .....	8
2.4.3 Etiología de las enfermedades cerebrovasculares isquémicas .....	8
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MARCHA HEMIPLEJICA.....	9
2.5.1 Parámetros espaciotemporales:.....	10
2.5.2 Análisis cinemático .....	11
2.5.3 Exploración clínica.....	12
2.5.4 Disfunciones del pie .....	13
2.6 TRATAMIENTO DE REHABILITACIÓN DE LA MARCHA HEMIPLEJICA	15
2.6.1 Introducción.....	15
2.6.2 Dificultades de la rehabilitación .....	16
2.6.3. Método Bobath .....	17
2.7 TRATAMIENTO ORTÉSICO DE LA MARCHA HEMIPLEJICA.....	30
2.7.1 Definición y nomenclatura de las ortesis: .....	31
2.7.2 Función de las ortesis.....	31

2.7.3 Mecanismo de acción.....	32
2.7.4 Indicaciones y limitaciones del tratamiento ortésico.....	32
2.7.5 Tipos de ortesis .....	33
2.8 OTRAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO .....	40
2.8.1 El calzado.....	40
2.8.2 Ayudas a la marcha .....	40
2.8.3 Neurolisis química .....	41
2.8.4 Estimulación eléctrica funcional .....	41
3.1 OBJETIVOS .....	42
3.2 HIPÓTESIS .....	42
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	43
5. DISCUSIÓN .....	44
6. CONCLUSIONES.....	48
7. BIBLIOGRAFÍA .....	49
8. AGRADECIMIENTOS.....	52

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1: Conformación de las deformidades osteoarticulares por la espasticidad. ....	15
Cuadro 2: AFOs estáticas Vs AFOs dinámicas. ....	38

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Férula posterior pasiva.....	33
Figura 2: Ortesis de silicona.....	34
Figura 3: Bitutor corto.....	36
Figura 4: Férula fija anterior.....	36
Figura 5: Férula Jousto. ....	37
Figura 6: Férula dinámica.....	38
Figura 7: Férula articulada.....	38
Figura 8:Articulación férula.....	38
Figura 9:Ortesis rodilla-tobillo-pie.....	39



## **RESUMEN**

Este trabajo profundiza en las características de la marcha en un paciente con un Accidente Cerebral Vascular (AVC), que de manera residual sufre una hemiplejía. Se han planteado tres objetivos: en primer lugar, profundizar en el conocimiento y actualizaciones sobre la marcha hemipléjica, en segundo lugar, detallar las características de la marcha hemipléjica y sus compensaciones y por último, revisar los tratamientos actualizados de rehabilitación y ortopedia.

Las conclusiones a las que se han llegado después de esta revisión, es que el tratamiento ortopodológico que utilizamos en nuestra práctica clínica diaria puede ser útil en este tipo de pacientes, pero que en muchas ocasiones (dependiendo de la afectación de la extremidad inferior), es imprescindible el uso de ortesis ferulizantes para poder estabilizar la marcha. Además, es necesario realizar de manera combinada un tratamiento de rehabilitación, para que la recuperación de la marcha sea lo más eficaz posible.

## **PALABRAS CLAVE**

Marcha, hemiplejía, ortesis, accidente cerebral vascular, extremidad inferior

## **SUMMARY**

This review studies the features of the gait in post-stroke patients. We have proposed three objectives: firstly, to deepen the knowledge and updates of the hemiplegic gait, secondly, detailing the features of hemiplegic gait and their compensation, and finally, review the updated rehabilitation and orthopedic treatments.

The conclusions that we have deduced after this review, are that the orthosis treatment that we use in our daily clinical practice may be useful in these patients, but in many cases (depending on the involvement of the lower limb) it is essential to use orthopedic braces to stabilize the gait. Furthermore, a mixed treatment is necessary between rehabilitation and orthosis for the recovery of walking to be as effective as possible.

## **KEYWORDS**

Stroke, hemiplegic, gait, lower extremity, orthosis

# **1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN**

Este trabajo se propone realizar una recopilación de la información necesaria adaptada para podólogos, en todo lo referente al accidente cerebral vascular y de las diferentes terapias que se pueden aplicar.

En primer lugar el tratamiento desde el punto de vista podológico, mostrándonos que con los conocimientos que tenemos sobre ortopodología pueden ser muy útiles ante la posibilidad de realizar un tratamiento ortésico a un paciente que acude a nuestra consulta por un tema totalmente diferente a los que estamos acostumbrados a tratar en nuestra práctica clínica diaria.

En segundo lugar el tratamiento de rehabilitación, que es fundamental en este tipo de pacientes, donde la pérdida de las capacidades funcionales es bastante severa, apareciendo paralelamente una pérdida de la autonomía, y donde es necesario un trabajo concienzudo además constante para la recuperación, dentro de la medida de lo posible, de estas facultades.

## **1.1 ORIGEN Y MOTIVACIÓN**

Este trabajo pretende ampliar y profundizar un tema que resulta menos habitual que otro tipo de paciente al que estamos más habituados a tratar en nuestra práctica clínica, con la idea de aportar otro punto de vista y otras formas de abordar la enfermedad cerebral, patología por otra parte compleja en sí misma.

He querido enfatizar en todo lo referente a la anatomía y fisiología del sistema nervioso central, así como los diferentes tipos de infartos cerebrales que existen, ya que pienso que tener claros estos conceptos nos facilita la comprensión de la patología y de las diferentes alternativas de tratamiento.

La inclusión del tratamiento de rehabilitación, muestra la necesidad de un trabajo integrado por diversos profesionales de la salud, y entre ellos quiero destacar la labor fundamental de la fisioterapia rehabilitadora, labor imprescindible en la estabilización y recuperación de las secuelas de estas patologías.

## 2. CUERPO DEL TRABAJO

### 2.1 ANATOMÍA DEL ENCÉFALO

Para comprender que es un accidente cerebral vascular es fundamental conocer la anatomía del encéfalo, y más, la de los hemisferios cerebrales. El encéfalo es aquella porción del sistema nervioso central localizada en la cavidad craneal. Está formado por varias estructuras: hemisferios cerebrales, diencéfalo, ganglios de la base, tronco del encéfalo, y el cerebelo.

En cada hemisferio cerebral podemos diferenciar 3 partes: la corteza cerebral o sustancia gris, la sustancia blanca y el cuerpo caloso.

#### *La corteza cerebral*

La corteza cerebral, o sustancia gris, presenta numerosos pliegues que forman las circunvoluciones cerebrales, surcos y fisuras y delimitan las áreas con funciones determinadas, divididas en cuatro lóbulos, que se denominan frontal, parietal, temporal y occipital. <sup>(1)</sup> La sustancia gris es la reunión de un número de cuerpos neuronales, que en su conjunto le dan a aquella su tono grisáceo. <sup>(2)</sup>

Los estudios clínicos y anatomopatológicos realizados, han permitido demostrar que las diferentes áreas de la corteza cerebral están especializadas funcionalmente. Las áreas más relacionadas con el movimiento y el sistema motor son las localizadas en el lóbulo frontal, que tiene las siguientes áreas:

- El área precentral. Esta área puede dividirse en las regiones anterior y posterior. La región posterior, también denominada área motora, área motora primaria o área 4 de Brodmann, es la encargada de producir movimiento en el lado opuesto, y la contracción de grupos musculares vinculados con la ejecución de un movimiento específico. Las áreas de movimiento del cuerpo están presentadas en forma invertida, de modo que los movimientos de la cadera, la rodilla y el tobillo están representados en las áreas más altas de la circunvolución precentral. El área de la corteza que controla un movimiento en particular, es proporcional a la habilidad necesaria para la realización del movimiento, y no se relaciona con la masa del músculo que participa en él. Así pues, la función del área motora primaria consiste en la realización de los movimientos individuales.



La región anterior, área motora secundaria o área 6 de Brodmann, se encarga de realizar movimientos similares a los del área motora pero precisa una estimulación más intensa para producir el mismo grado de movimiento. La función de esta área es almacenar programas de actividad motora reunidos como resultado de la experiencia pasada. Así, el área premotora programa la actividad del área motora primaria. Participa particularmente en el control de los movimientos posturales groseros a través de sus conexiones con los ganglios basales.

- El área motora suplementaria. La estimulación de esta área produce movimientos los miembros contralaterales, pero se requiere un estímulo más fuerte que cuando se estimula el área motora primaria. La eliminación de esta área no produce una pérdida permanente del movimiento.
- El campo ocular frontal. La estimulación de esta región produce movimientos conjugados de los ojos, controla sus movimientos de seguimiento.
- El área motora del lenguaje de Broca. Esta área suele ser más importante en el hemisferio izquierdo, y su ablación produce la parálisis del lenguaje.
- La corteza prefrontal (áreas 9, 10, 11 y 12 de Brodmann) es una región extensa que, que está vinculada con la constitución de la personalidad del individuo, esta área desempeña un papel en la regulación de la profundidad de los sentimientos de una persona. También influye en la determinación de la iniciativa y el juicio de un individuo.

El resto de las áreas están relacionadas con la visión (lóbulo occipital), con la sensibilidad (lóbulo parietal) y con la audición (lóbulo temporal).<sup>(3)</sup>

### *La sustancia blanca*

La sustancia blanca, está formada por grandes haces de fibras nerviosas<sup>(2)</sup> que conectan entre sí diferentes puntos en la corteza cerebral o la corteza con los distintos núcleos del neuroeje, formando la cápsula interna y la cápsula externa. <sup>(1)</sup> Su apariencia blanca es causada por el blanco brillante de las vainas de mielina de las fibras nerviosas. <sup>(2)</sup>

### *Cuerpo calloso*

Cuerpo calloso, formado por fibras que interconectan ambos hemisferios.

## **2.2 FISIOLÓGÍA Y ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA MOTOR**

La función motora está sometida a un control muy estrecho en el que intervienen distintas partes del sistema nervioso central (SNC). Entre ellas, es necesario mencionar la corteza motora, los ganglios basales, el cerebelo y la médula espinal. <sup>(4)</sup>

Los movimientos voluntarios pueden ser divididos en una serie de pasos secuenciales como: programación, conducción y control, y ejecución. Resulta útil comparar la realización de los movimientos con una obra en construcción, ya que una obra, igualmente, requiere de tres recursos ordenados jerárquicamente: arquitectos, capataces y albañiles. Los arquitectos son los responsables del plano de la obra (actividad previa al inicio), los capataces de la dirección de la obra (haciendo cumplir las indicaciones del plano), y los albañiles de la construcción propiamente dicha.

Los principales "arquitectos" del sistema motor, que se encargan de la diagramación del programa motor, están representados por las siguientes estructuras corticales y subcorticales: área premotora, área motora suplementaria, corteza parietal posterior, ganglios basales y cerebros cerebelo.

Los "capataces" o áreas de dirección de la ejecución del sistema motor son: la corteza motora primaria y núcleo rojo.

Los "albañiles" del sistema motor, y los responsables directos de la contracción muscular, incluyen a las unidades motoras de la médula espinal. La contracción muscular responsable del movimiento de los segmentos del cuerpo, requiere la orden de las motoneuronas alfa, denominándose junto a las fibras musculares unidad motora. <sup>(5)</sup>

## **2.3 TRANSTORNOS MOTORES. DEFINICIÓN DE HEMIPLEJÍA**

El sistema piramidal está formado por dos tractos principales, el haz corticoespinal y el haz corticonuclear o fascículo geniculado. Ambos están compuestos por dos neuronas motoras: la primera motoneurona, que se origina en la corteza y cuyas fibras descienden por la cápsula interna y se dirige al asta anterior de la médula; y la segunda motoneurona, que se extiende desde el asta anterior hasta la fibra muscular. A nivel clínico es muy importante la diferenciación entre la lesión de la primera y la segunda motoneurona.

### **2.3.1 Lesiones de la primera motoneurona:**

Son las lesiones del córtex cerebral, producen parálisis de amplios grupos musculares, sin afectar nunca a grupos músculos individuales. Los reflejos osteotendinosos están vivos, y hay un tono aumentado (parálisis espástica), consistente en una mayor resistencia a la movilización pasiva de los miembros, máxima al iniciar el movimiento y que cede progresivamente. <sup>(4)</sup>

Como consecuencia de una lesión de la corteza cerebral, a nivel de las áreas motoras, puede aparecer una hemiplejía. Podemos definir la hemiplejía como la parálisis de un lado del cuerpo e incluye el miembro superior, un lado del tronco, y el miembro inferior. <sup>(3)</sup>, por una lesión de las áreas motoras y premotoras. Estas áreas están específicamente relacionadas con los movimientos voluntarios y su lesión produce parálisis espástica contralateral (primera motoneurona). <sup>(6)</sup> Las lesiones de la corteza motora primaria en un hemisferio producen parálisis de los miembros contralaterales, con mayor compromiso de los movimientos finos y de mayor habilidad. La destrucción del área motora primaria produce una parálisis más grave que la destrucción del área motora secundaria, y la destrucción de ambas produce la forma más completa de parálisis contralateral. Las lesiones del área motora secundaria producen dificultad para la ejecución de movimientos finos con poca pérdida de fuerza. Además cuando hay una lesión aislada de la corteza motora primaria hay un cambio en el tono muscular, mientras que cuando hay una afección de las áreas motoras secundaria y primaria, producen espasmo muscular.<sup>(3)</sup>

### **2.3.2 Lesiones de la segunda motoneurona:**

Hay una parálisis que puede afectar a pequeños grupos musculares, e incluso a músculos aislados. Cursa con atrofia y tono muscular disminuido y los reflejos miotáticos pueden estar disminuidos o ausentes. <sup>(4)</sup>

## **2.4 ENFERMEDAD VASCULAR CEREBRAL**

El ictus o accidente cerebral vascular (AVC) es la segunda causa de muerte más frecuente en el mundo en personas mayores de 60 años, y la quinta en personas de 15 a 59 años. La prevalencia del ictus en los países desarrollados y en una población mayor de 64 años oscila entre el 4,6 y el 7,3%, siendo mayor en los hombres que en las mujeres.

Aproximadamente un cuarto de los pacientes que han sufrido un ictus fallecen en el primer mes de evolución, un tercio lo hacen en los primeros 6-12 meses y alrededor de la mitad en los dos primeros años tras sufrir el ictus. El promedio de mortalidad anual a los 1-10 años de haber sufrido el ictus es del 5%; este porcentaje disminuye al 2% anual los 10-20 años tras el ictus.

En España el ictus es la primera causa de discapacidad grave. La mitad de los supervivientes a un ictus son independientes para las actividades básicas de la vida diaria (AVD) al cabo de 6 meses. De los pacientes que llegan a sobrevivir al año, el 60% serán independientes para las AVD, un 20% tendrán una discapacidad moderada y otro 20% serán institucionalizados. El 80% de los pacientes que sobrevivan tendrán secuelas físicas, un 57% mentales y hasta un 45% ambas (físicas y mentales).<sup>(7)</sup>

#### **2.4.1 Clasificación y nomenclatura de las enfermedades vasculares cerebrales**

Las enfermedades vasculares cerebrales son alteraciones transitorias o definitivas del funcionamiento de una o varias zonas del encéfalo, que aparecen como consecuencia de un trastorno de la circulación sanguínea cerebral. Estas enfermedades se dividen, en función de la naturaleza de la lesión en dos grandes grupos: isquemia cerebral y hemorragia cerebral.<sup>(7)</sup>

##### *Isquemia cerebral*

Las lesiones isquémicas representan el 80-85% de los casos. Pueden ser focales (por obstrucción arterial o venosa), o difusas (por parada cardíaca, anoxia o hipoperfusión). También pueden clasificarse como tromboembólicas o embólicas.<sup>(4)</sup> Estas lesiones suceden como consecuencia de un trastorno del aporte sanguíneo cerebral debido a una anomalía de los vasos sanguíneos (arterias capilares, venas, senos venosos), o de la cantidad o calidad de la sangre que aportan. Dependiendo de la duración pueden ser de dos tipos:

- El ataque isquémico transitorio es un trastorno episódico y focal de la circulación encefálica, de comienzo habitualmente brusco, que determina la aparición de alteraciones neurológicas en forma de síntomas o signos, de breve duración y con recuperación completa de la función neurológica alterada en el curso de una hora. Es el síndrome neurovascular agudo.

- El infarto cerebral es el conjunto de manifestaciones clínicas, que aparecen a consecuencia de la alteración del aporte circulatorio a un territorio encefálico, determinando un déficit neurológico, habitualmente de duración superior a 24 horas, que es la expresión de una necrosis del tejido cerebral. Constituye el 75% de las enfermedades vasculares cerebrales.<sup>(7)</sup>

#### *Hemorragia intracraneal*

La hemorragia intracraneal representa aproximadamente un 15-20% de todos los AVC, siendo la hipertensión arterial el principal factor asociado (50-70% de los casos). Consiste en la extravasación de sangre en el interior del tejido encefálico ocasionada por la rotura de un vaso.<sup>(7)</sup> La mayoría de estas hemorragias están localizadas profundamente en los hemisferios cerebrales.<sup>(4)</sup>

#### **2.4.2 Factores de riesgo de accidente cerebral vascular**

Los factores de riesgo dependen del tipo de enfermedad cerebrovascular, los principales son:

- Enfermedad vascular aterosclerótica: hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes mellitus y tabaquismo.
- Embólica: fibrilación auricular e infarto de miocardio reciente.
- Hemorrágica: la hipertensión es el principal factor de riesgo para la hemorragia cerebral primaria.

#### **2.4.3 Etiología de las enfermedades cerebrovasculares isquémicas**

- Infarto aterotrombótico: la mayoría de las enfermedades cerebrales vasculares isquémicas son originadas por aterosclerosis. La aterosclerosis puede afectar a las arterias extracraneales e intracraneales y puede producir patología por su embolización arterial, por estenosis o por oclusión *in situ*.
- Infarto cardioembólico: constituyen el 20% de los accidentes de tipo isquémico. Están causados por diversos tipos de patología cardíaca.
- Infarto de causa inhabitual: por causas hematológicas, por arteriopatía no esclerótica, por enfermedad sistémica o por trombosis venosa cerebral.<sup>(4)</sup>

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MARCHA HEMIPLÉJICA

La marcha en alteraciones neurológicas ha sido ampliamente estudiada y descrita. Cuando hay una alteración del sistema nervioso central, encontramos la musculatura en un estado de espasticidad, que es el estado de aumento de la tensión de un músculo cuando se alarga de forma pasiva por el aumento del reflejo muscular de estiramiento. En general, la espasticidad inhibe el movimiento por la respuesta exagerada al estiramiento muscular, y las sinergias primitivas reemplazan el control selectivo normal, por lo que tanto la movilidad como el patrón de marcha se verán alterados.

En los casos de hemiplejía es evidente que el patrón de la marcha difiere del normal aún a velocidades similares. Las diferencias no sólo son debidas a las limitaciones de la propia extremidad plégica sino también a todas las compensaciones que debe realizar el individuo para realizar el desplazamiento.

Así, se observa:

- Disminución de la velocidad.
- Disminución de la cadencia y longitud del paso.
- Disminución de los rangos de movimiento articular.
- Aumento del coste energético.
- Pasos más cortos y breves.
- Aumento del tiempo de oscilación, elevación de la hemipelvis y circunducción de la extremidad en el lado plégico.
- Aumento del desplazamiento lateral del centro de gravedad.

La fase de oscilación de la extremidad parética aumenta y disminuye en la no parética, observándose una asimetría de las dos fases de oscilación. Se eleva la hemipelvis del lado parético durante la fase de oscilación junto con una circunducción de toda la extremidad para salvar el déficit de triple flexión, aumentándose el desplazamiento lateral de la pierna. La fase de oscilación del lado sano es más corta para compensar la debilidad y falta de equilibrio de la pierna afectada durante la fase de apoyo. <sup>(8)</sup>

Existe un pie fijo en flexión plantar e inversión además de una debilidad de la musculatura dorsiflexora del pie. Por ambas razones, la totalidad del miembro inferior se balancea desde la cadera para adelantar el pie, y así evitar el arrastre del pie por el suelo. <sup>(9)</sup>

Es decir, en las marchas donde el pie cae en equino, el paciente dispone de dos mecanismos compensatorios para evitar que esta caída del pie interfiera en la marcha: incremento de la flexión de cadera, incremento de la flexión de rodilla. Cuando estos mecanismos no son efectivos, existe una tercera posibilidad, que consiste en una inclinación del tronco hacia el lado contralateral para facilitar el desplazamiento de la extremidad. <sup>(10)</sup>

### **2.5.1 Parámetros espaciotemporales:**

Existe un aumento de los dobles apoyos y de las fases de carga a expensas de las fases de oscilación. Se observa una variabilidad en la longitud de la zancada y en la duración de las fases de ciclo, así como una asimetría del paso en el lado hemipléjico con relación al lado sano. A igual velocidad, la población hemipléjica realiza pasos más cortos y breves. Su capacidad para andar más deprisa está reducida por la imposibilidad de reducir la duración y alargar el paso. Los parámetros espaciotemporales más estudiados han sido:

- La velocidad de la marcha está reducida.
- La longitud del paso y la velocidad de oscilación del miembro están reducidas en el lado hemipléjico.
- La fase de carga del lado hemipléjico es más corta que en el lado sano.
- La duración del doble apoyo (tiempo de transferencia del lado hemipléjico hacia el lado sano) está aumentada. <sup>(11)</sup>

Un estudio publicado en la Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina física, realizó una correlación entre la alteración vascular sufrida, la discapacidad el equilibrio y la capacidad de la marcha, mediante un estudio baropodométrico. Este estudio, realizado con 37 pacientes, realizó un análisis del área de contacto de apoyo plantar, las presiones plantares, la simetría en la distribución del peso corporal y la línea de progresión del cuerpo. La discapacidad, equilibrio y capacidad de la marcha se evaluaron mediante diferentes escalas funcionales. Los resultados que arroja el estudio nos indican que hay una asimetría en la superficie de apoyo plantar, en la distribución del peso corporal en estática y en la asimetría en la superficie de apoyo plantar en dinámica se relacionan significativamente con la discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha en el hemipléjico vascular. <sup>(12)</sup>

### 2.5.2 Análisis cinemático

El papel que desempeña la espasticidad del cuádriceps y el tríceps parece determinante. Dos parámetros se correlacionan con la velocidad de la marcha: la flexión de la rodilla durante la fase de oscilación y la extensión máxima de la cadera durante la propulsión. La medición del ángulo calcáneo (varo de retropié) no se ha documentado. Estas medidas cinemáticas son interesantes, sobre todo cuando se correlacionan los datos cinéticos para expresar los parámetros dinámicos del paso: momento, trabajo y potencia.

Los perfiles de potencia fueron determinados a partir del análisis de la marcha de 30 hemipléjicos adultos. Lo más destacado es:

- En la cadera, en el contacto inicial, la debilidad de la contracción concéntrica de los extensores de la cadera y, durante la fase de oscilación, la debilidad de contracción concéntrica de los flexores de cadera.
- En la rodilla, el frenado por los extensores durante el contacto inicial y la propulsión solo están claramente individualizados en los hemipléjicos que han adquirido una marcha rápida.
- En el tobillo, la contracción concéntrica de los extensores del tobillo en la propulsión no se presenta a velocidad lenta, y, si lo hace, es poco marcada.

Los perfiles de potencia pueden decrecer a medida que se enlentece la marcha, existe un parecido relativo entre los perfiles de potencia del lado sano y del lado hemipléjico.

El gasto energético que se calcula midiendo el consumo de oxígeno puede parecer elevado en el hemipléjico, pero si el consumo se expresa por minuto, los valores se acercan a la normalidad <sup>(11)</sup>

El análisis cinemático en el plano sagital revela elementos conocidos por el análisis clínico:

- En la cadera existe una insuficiencia de extensión durante la fase de carga, y de flexión durante la fase de oscilación.
- En la rodilla, insuficiencia de flexión (incluso recurvatum) durante la fase de carga, e insuficiencia de flexión también durante la fase de oscilación.
- En el tobillo, insuficiencia de flexión plantar en la fase de apoyo y exceso de flexión plantar en el contacto inicial (pie equino).



### 2.5.3 Exploración clínica

La complejidad de las disfunciones del pie justifica un enfoque diagnóstico con una exploración clínica programada en cuatro fases:

- Exploración del sujeto: se estudia el desarrollo del paso en ciclos de marcha sucesivos. El ciclo de la marcha está alterado: pérdida de contacto del talón, apoyo monopodal en el lado afecto más breve que en el lado sano, longitud del paso reducida e insuficiencia de flexión de la rodilla hemipléjica en la fase de oscilación. El apoyo del pie hemipléjico es plantígrado y, el retropie tiene una alineación correcta sin varo ni valgo.
- Exploración podológica: se buscan estigmas cutáneos de un conflicto pie/zapato, enrojecimiento cutáneo de hiperapoyo maleolar medial o lateral, enrojecimiento cutáneo en la cara dorsal de las articulaciones interfalángicas o pulpejos, cuando existan dedos en garra.
- Exploración del calzado: asimetría de desgaste de la suela, deformación de la caña.
- Evaluación motriz del miembro inferior hemipléjico:
  - Búsqueda de factores limitantes de la movilidad tibiotarsiana. Limitación de la flexión dorsal por retracción del tendón de Aquiles (explorada con la rodilla flexionada) o por retracción del gastrocnemio (con la rodilla en extensión); búsqueda de varo rígido con retracción del tibial posterior y del plano capsuloligamentoso interno.
  - Evaluación de la espasticidad del tríceps. Dependiente del sóleo, por la tensión del músculo con la rodilla flexionada, o dependiente del tríceps en conjunto, incluidos el gastrocnemio, con la rodilla en extensión.
  - Control voluntario de los músculos del pie. El control voluntario del tibial anterior se explora por su fuerza, pero también en su modo: analítico con disociación de los movimientos del tobillo y de la rodilla, o automático con triple flexión del tobillo, de la rodilla y de la cadera. El control voluntario de los peroneos y del extensor largo de los dedos se explora con un movimiento de eversión del pie con extensión de dedos; el control voluntario de los intrínsecos es difícil de diferenciar.
  - Movilidad de los dedos (garra y reductibilidad) y control voluntario, especialmente de los músculos flexor largo de los dedos y flexor corto del dedo gordo.

#### **2.5.4 Disfunciones del pie**

##### *Pie bailante*

Pie "bailante", o pie caído, altera el desarrollo del paso: el contacto inicial no se realiza con el talón, y el antepié contacta violentamente con el suelo. En la fase de oscilación existe suficiente flexión dorsal de tobillo y exceso de flexión de rodilla y de cadera para despegar el antepié del suelo. El pie caído aparece relacionado con una insuficiencia de control voluntario que predomina sobre los elevadores y los estabilizadores laterales (tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos, peroneo lateral largo y peroneo lateral corto). El déficit es menos marcado para los flexores plantares (sóleo, gastrocnemio, tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del primer dedo). El tríceps aparece flácido o moderadamente espástico. Este tipo de pie se inscribe en un cuadro de hemiplejía reciente, en fase flácida, y constituye una etapa hacia la recuperación analítica o hacia el pie espástico.

##### *Pie espástico*

Pie espástico<sub>1</sub> es el resultado del desequilibrio del control voluntario entre los extensores "varizantes" (tibial anterior, extensor largo del dedo gordo) y los extensores "valguizantes" (extensor largo de los dedos, peroneo largo, peroneo corto), a expensas de los valguizantes y de la espasticidad del tríceps. En un pie equino espástico, la espasticidad del tríceps es marcada, pero el desequilibrio entre "varizantes" y "valguizantes" no lo es; de ello se deriva un contacto inicial en el antepié, pero un apoyo plantígrado.

##### *Pie equino-varo espástico*

Pie equino-varo espástico, en este caso, el varo de retropié se asocia a supinación del antepié. El desequilibrio entre "varizantes" y "valguizantes" es marcado, así como la espasticidad del tríceps. Para Perry, el tríceps espástico desempeñaría, por su activación precoz en el contacto inicial desde el final de la fase de oscilación, un papel determinante en el equino del pie. La actividad intensa y persistente del tibial anterior en la fase de carga, asociado a la inactividad de los peroneos, determinaría el varo del retropié. El tibial posterior no parece tener ningún papel.

El paso es muy anormal: el contacto inicial se realiza sobre el borde externo del pie, es decir, el quinto dedo. El apoyo durante la fase de carga no es plantígrado, la fase de carga es inestable. Se asocia con frecuencia a una sincinesia de extensión de la rodilla, con insuficiencia de flexión de la cadera, lo que obliga a dar el paso mediante la circunducción de la pelvis o "en siega". La marcha es inestable o casi imposible.

La retracción del tríceps espástico, relacionada con modificaciones viscoelásticas del músculo, y la retracción del tendón de Aquiles contribuyen a reducir la amplitud de la flexión dorsal. Sin tratamiento, el pie equino varo espástico evoluciona hacia pie equino-varo retraído.

### *Dedos en garra*

Dedos en garra, los dedos tónicos en garra solo aparecen en la bipedestación y la marcha. Son responsables de un conflicto pie/calzado relacionado con el contacto de los pulpejos de los dedos con la suela.

Puede aparecer una garra distónica de los dedos en un contexto distónico generalizado: es la más rara, y aparece en un contexto de distonía generalizada. Esta forma clínica se asocia a una flexión de las articulaciones metatarsofalángicas del segundo al quinto dedo durante la marcha y una hiperextensión del primer dedo, que genera un conflicto pie/calzado. La distonía del pie se asocia a una distonía del miembro superior, con retropulsión y rotación interna del hombro, flexión de codo, pronación del antebrazo e hiperextensión del conjunto o de algunos dedos. Estas contracciones parásitas no existen en reposo y son desencadenadas por el mantenimiento de una postura. Esta forma analítica de clínica es rara.

Los dedos en garra en el pie espástico: durante la marcha, la flexión involuntaria de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas de los dedos (primer dedo incluido) lleva a un hiperapoyo del pulpejo, responsable de un conflicto pie/calzado. La exploración muestra espasticidad del tríceps, del tibial posterior, del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo. La garra es aislada y no existe distonía asociada del miembro superior homolateral. Esta forma, aunque muy poco documentada, aparece muy frecuentemente en los hemipléjicos vasculares. <sup>(11)</sup>

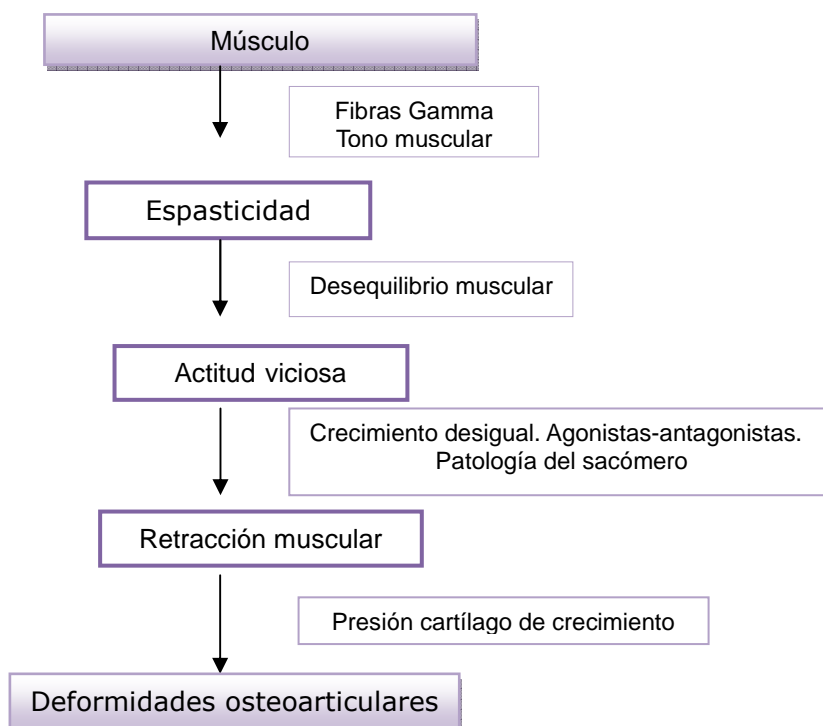
## 2.6 TRATAMIENTO DE REHABILITACIÓN DE LA MARCHA HEMIPLÉJICA

### 2.6.1 Introducción

Los pacientes que han sufrido un ictus pueden presentar déficits neuromotrices cognitivos, neuopsicológicos y sensoriales. Los déficits neuromotrices consisten en parálisis, trastornos del tono: espasticidad y trastornos de la coordinación (ataxia). Se deben a la lesión de la motoneurona superior y se manifiestan como pérdidas del control motor: parálisis o paresia, que provoca un desequilibrio muscular. Los trastornos del tono muscular en un paciente con ictus se manifiestan como patrón de descorticación.

Los patrones más comunes suelen ser: flexión de extremidades superiores, flexión de codos, muñeca y garra de los dedos, pulgar incluido en la palma de la mano y las extremidades inferiores con aducción de caderas, flexión o extensión de rodillas, pie equino varo y garra digital.

Los trastornos del tono muscular, espasticidad, junto con la pérdida de control motor, parálisis, paresia, darán lugar a deformidades neuroortopédicas y dolor.



Cuadro 1: Conformación de las deformidades osteoarticulares por la espasticidad.<sup>(13)</sup>

Tratamiento de la función motora:

Para mejorar la función motora se han intentado diferentes terapias: técnicas de fisioterapia, fármacos y asistencias técnicas. Los programas de reeducación de la función motora se pueden clasificar en tres grupos: técnicas de compensación, técnicas de facilitación y técnicas de reaprendizaje motor orientado a tareas específicas.

Las técnicas de compensación intentan mejorar la función y, por consiguiente, aumentar la independencia en las actividades de la vida diaria. El tratamiento se centra en entrenar las capacidades residuales, utilizando sobre todo el hemicuerpo afectado.

Las técnicas de facilitación tienen como objetivo mejorar la calidad del movimiento del lado afectado. Estas técnicas son:

- Bobath: utiliza posturas inhibitorias de espasticidad y sinergias y ejercicios para facilitar los movimientos voluntarios.
- Brunnstrom: que consiste en la estimulación del modelo de las sinergias, combinado con la aparición de movilidad funcional.
- Kabat, Knott y Voss, que usa los estímulos periféricos para estimular el sistema nervioso y mejorar la fuerza y a la coordinación.

Los estudios realizados sobre estas técnicas no han conseguido demostrar la superioridad de estos métodos. No hay evidencia científica que recomiende una técnica sobre la otra. Sin embargo, la opinión de estos expertos es que deben formar parte del tratamiento, debido a que el reaprendizaje motor orientado a tareas, tiene como objetivo aprovechar al máximo la plasticidad que tiene el cerebro. <sup>(13)</sup>

### **2.6.2 Dificultades de la rehabilitación**

Actualmente, las dificultades para la rehabilitación de la marcha están bien identificadas:

- Mala calidad de la recuperación motriz y del control postural.
- Asociación a una negligencia motriz y/o visuoespacial.
- Individuo de edad.
- Gravedad de la lesión cerebral, persistencia de incontinencia.<sup>(11)</sup>

### **2.6.3. Método Bobath**

El tratamiento precoz, según los principios enunciados por Bobath, tiene el objetivo de permitir una marcha estable y útil. <sup>(11)</sup> El hándicap físico resultado de una lesión de la motoneurona superior se observa en términos de una interferencia con el control normal de la postura. Se trata de una coordinación anormal de los patrones motores. Cuando hablamos de patrones de coordinación queremos indicar los patrones de control postural normal y anómala contra la gravedad. El problema fundamental del paciente se observa en los patrones anormales de la postura y movimiento, y en cualidades anormales del tono postural. Debemos tener en cuenta que los movimientos normales requieren una base de tono normal. Debe ser de intensidad moderada, es decir, no demasiado importante para interferir en el movimiento, pero lo suficientemente alto como para hacer posible el movimiento contra la gravedad. El tono y la coordinación de movimiento son indivisibles, dependen uno del otro. <sup>(14)</sup>

Los tipos anormales de tono postural y los patrones motores totales estereotipados que observamos en nuestros pacientes son resultado de desinhibición, es decir, de una liberación de patrones de actividad más bajos del control inhibitorio superior. Esta liberación no produce solamente signos musculares, como reflejos de estiramiento y osteotendinosos exagerados, sino también patrones anormales de coordinación. En los niveles superiores de integración del SNC, la inhibición permite el fraccionamiento de los patrones de movimiento primitivos y más originales. Los movimientos selectivos de partes del cuerpo y de los miembros requieren la inhibición de las partes de los patrones que son necesarias para una función específica. Este fraccionamiento explica la gran variedad y número infinito de combinaciones de partes de los patrones que es necesario adaptar para lograr habilidades funcionales. La inhibición no solo posibilita los movimientos selectivos, desempeña también un papel en la graduación de los movimientos, pero es necesaria una actividad equilibrada entre excitación e inhibición durante un movimiento, para controlar también su velocidad, rango y dirección.

El paciente con daño encefálico padece una falta de control inhibitorio sobre sus movimientos. Esto se observa en la liberación de la actividad tónica refleja, es decir, la espasticidad, en patrones totales anormales, y en su discapacidad

para realizar movimientos selectivos. Como resultado del daño encefálico, el paciente está más o menos dominado por su actividad refleja anormal liberada que interfiere con la actividad normal. Los movimientos se harán más lentos y laboriosos o el paciente se volverá tan rígido que se moverá en bloque.

Se observa cierto grado de espasticidad en casi todo paciente con hemiplejía.

Los grados importantes de espasticidad harán imposibles los movimientos; la espasticidad moderada permitirá algunos movimientos lentos, pero se realizarán con demasiado esfuerzo y con una coordinación anormal; la espasticidad leve permitirá los movimientos groseros con una coordinación regularmente normal, pero los movimientos finos y selectivos de un miembro serán imposibles o se realizarán con torpeza. Esto indica una íntima relación entre la espasticidad y el movimiento, y destaca el hecho de que se debe responsabilizar a la espasticidad de gran parte del déficit motor de un paciente. Las características de la espasticidad se observan como una respuesta exagerada al estiramiento.

El objetivo habitual del tratamiento durante la etapa temprana y aguda de la hemiplejía del adulto es una rehabilitación a corto plazo que intenta sacar al paciente de la cama y hacerlo lo más independiente posible en las actividades de la vida diaria. Para lograr que camine lo antes posible, el tratamiento pone énfasis en el lado sano en compensación por la pérdida del lado afectado. Se proporciona un trípode donde inclinarse, que ayuda a llevar todo su peso sobre el lado sano, y lo hace utilizar su pierna sana para el equilibrio y la deambulación. Como el paciente no puede flexionar la rodilla y el tobillo, debe utilizar el tronco para ayudarse a llevar la pierna afectada hacia delante para dar un paso haciendo una elevación de la pelvis. La pierna está rígida y se utiliza momentáneamente como punto de apoyo para llevar el peso, la mayor parte del cual se soporta sobre el trípode o la muleta de codo o, más tarde en un bastón.

Este método ha demostrado que es posible obtener mucha actividad normal del lado afectado por medio de un tratamiento diseñado sistemáticamente para preparar el lado afectado para un uso funcional. Ha sido posible mejorar la marcha y el de muchos pacientes con hemiplejía residual de larga duración. La principal tarea del tratamiento es mejorar el tono y la coordinación obteniendo reacciones activas normales del lado afectado en respuesta a la movilización.

Estas respuestas normales indican la capacidad del paciente para ejecutar los mismos movimientos de forma independiente y voluntaria. Por lo tanto, el objetivo de los pacientes de larga evolución debe ser inhibir los patrones de movimiento anormales, porque no podemos superponer patrones normales a los anormales.

La espasticidad está limitada a cualquier músculo o grupo muscular, pero está coordinada en patrones sinérgicos definitivos. Su inhibición reduce la espasticidad y el terapeuta puede lograrlo cambiando y disociando los patrones espásticos. Sin embargo, si el paciente no está activo cuando el terapeuta modifica una posición no existe ninguna reserva de esta acción inhibitoria en su propio movimiento sin ayuda. El paciente debe aprender a controlar activamente los patrones totales generalizados de la espasticidad.

A nivel de la extremidad inferior debemos tener en cuenta ciertos aspectos para la rehabilitación y el control de la pierna y el pie. A continuación se mencionarán una serie de técnicas descritas por el método Bobath. En estadios iniciales de la hemiplejía tenemos que tener prestar especial atención a: la flexión y elevación de la pierna, a la extensión en la preparación para el apoyo del peso, a la preparación para caminar sin circunducción y al control de la abducción y aducción de la cadera.

Lamentablemente, a menudo se hace caminar a los pacientes sin que adquieran primero ningún control de la pierna en decúbito dorsal o en posición sentado.

#### *Flexión y elevación de la pierna:*

Es difícil la flexión de la pierna en la cadera y la rodilla (e incluso, la flexión de la rodilla con la cadera extendida, necesaria para caminar sin circunducción) porque cualquier actividad genera una extensión excesiva y descontrolada de la pierna. Cuando se intenta doblar y levantar la pierna se produce una cocontracción de los músculos antagonistas, es decir la contracción simultánea de los grupos musculares extensores y flexores. La contracción de los extensores puede ser tan fuerte que el paciente extiende la pierna antes de intentar flexionarla. Por lo tanto, durante el tratamiento es importante obtener primero una extensión controlada sin espasticidad extensora, de modo que sea posible la flexión sin resistencia y fácil para el paciente.



Se logra de la siguiente manera: el terapeuta flexiona la pierna del paciente, evitando que caiga en abducción, que forma parte del patrón flexor anormal total. Se mantiene el pie en dorsiflexión y pronación. El terapeuta espera hasta que haya cedido toda la resistencia y luego extiende la pierna lentamente, solicitando al paciente que no la deje caer.

Cuando en cualquier etapa de este movimiento el terapeuta sienta todo el peso de la pierna o incluso el empujón más ligero contra su mano, detiene el movimiento y solicita al paciente que flexione la pierna un poco hasta que la sostenga y controle nuevamente. De este modo, el paciente aprende a revertir el movimiento, utilizando la flexión contra extensión, e inhibe activamente la espasticidad extensora. El paciente debe aprender a controlar gradualmente todo el rango de extensión y a poder revertir el movimiento en cualquier etapa. El único apoyo dado es en la planta del pie; no se debe tocar el pulpejo de los dedos del pie porque aumentaría la espasticidad extensora. En el camino hacia la extensión completa, el pie se debe mantener cerca del apoyo, de modo que el movimiento se asemeje al requerido para caminar.

Cuando el paciente puede contralar la pierna en cierto grado de flexión, con el talón firmemente sobre el apoyo, se puede practicar la dorsiflexión activa del tobillo. El terapeuta efectúa una dorsiflexión del pie aplicando cierta flexión hacia atrás y abajo contra el tobillo, mientras con la otra mano eleva la parte anterior del pie, con los dedos en dorsiflexión. Para mantener la pronación se debe elevar el borde externo del pie más que el interno. Cuando la resistencia ha cedido en dorsiflexión completa se debe solicitar al paciente que mantenga el pie en alto y que no presione los dedos hacia abajo cuando el terapeuta lo descende. La dorsiflexión con eversión de tobillo puede ser reforzada con la dorsiflexión de los dedos del pie.

#### *Extensión en la preparación para el apoyo del peso:*

Se debe practicar en este momento la extensión sin espasticidad extensora en preparación para el apoyo de peso. El terapeuta coloca el pie del paciente en dorsiflexión y pronación contra su cuerpo, lo mantiene en esta posición y solicita al paciente que realice pequeños movimientos aislados de flexión y extensión alternos de rodilla, lo que produce contracciones selectivas del

cuádriceps alternando con flexión ligera, y prepara más tarde para el apoyo del peso sin hiperextensión.

*Preparación para caminar sin circunducción:*

Con la pierna del paciente hacia abajo o a un costado de la cama o camilla, y la cadera extendida, el terapeuta sostiene el pie en dorsiflexión y lo ayuda a doblar la rodilla lo más posible sin flexionar la cadera, alternado con extensión, pero con cuidado de no extender la rodilla más de lo que el paciente puede lograr sin espasmo extensor, ya que si aparece espasticidad extensora, el paciente no puede flexionar nuevamente la rodilla. Se debe aumentar gradualmente el rango de extensión, pero sólo mientras el paciente pueda revertir el movimiento.

*Control de aducción y abducción en la cadera en decúbito dorsal:*

Muchos pacientes carecen de este control de la abducción y la aducción. Para obtener el control, el paciente se ubica con ambas piernas flexionadas y los pies planos sobre el apoyo. El pie afectado debe mantenerse paralelo al sano y cerca de él, y no debe moverlo cuando se le solicita que realice pequeños movimientos de aducción y abducción, alternativamente, con la pierna afectada. Debe aprender a detener y sostener el proceso de estos movimientos exactamente dónde y cuándo se solicita que lo haga. Cuando el paciente ha recuperado el control de estos movimientos, se le pide que mantenga quieta la pierna afectada en la línea media y que efectúe la aducción y abducción de la pierna sana. El mantenimiento independiente de la pierna afectada cuando se mueve la sana es muy importante para la deambulación posterior, ya que de otro modo no existirá ningún control ni la fijación de la pierna afectada en la cadera cuando el paciente efectúe un paso con la pierna sana.

En fases más posteriores cuando el control de los movimientos de la pierna es más selectivo, podemos trabajar sobre la marcha. Antes de esto, es necesario trabajar sobre la bipedestación, para ello, utilizaremos las siguientes técnicas:

*Tratamiento para la bipedestación y su mantenimiento en el tiempo:*

Cuando el paciente se pone de pie tracciona directamente el pie sano hacia

atrás, debajo de la silla, pero la rodilla de la pierna afectada no se puede flexionar lo suficiente como para hacerlo. El pie afectado se encuentra siempre por delante del pie sano y, en consecuencia, todo el peso se apoya en la pierna sana, por lo tanto, cuando el paciente practica ponerse de pie, hay que hacerle llevar la mayor cantidad posible de su peso a la pierna afectada. Para ello, los pies se deben colocar paralelos o, mejor aún, con el pie sano por delante del afectado antes de ponerse de pie. Entonces, se estimula al paciente a inclinarse bien había adelante sobre las caderas, de modo que comience a colocar su peso sobre ambas piernas antes de ponerse realmente de pie. Para comenzar, el terapeuta puede sostener las manos cruzadas del paciente, para proporcionarle cierto apoyo y tirar hacia delante y hacia arriba.

La espasticidad extensora interfiere con la dorsiflexión del tobillo y de los dedos. En la mayoría de los pacientes observamos flexión plantar excesiva de los dedos al ponerse de pie y caminar, y en algunos, los dedos se flexionan, y se vuelven dolorosos. A este nivel puede resultar útil el uso de un separador digital de gomaespuma, que ayudará a separar los dedos porque su abducción contrarresta la flexión plantar y reduce la espasticidad extensora de todo el pie, y a menudo de toda la pierna. La presión de los dedos contra el suelo pone rígida la rodilla e impide la flexión de la rodilla y la dorsiflexión de los dedos. Es un gran obstáculo para la fase de balanceo de su pierna al caminar, ya que no puede liberar la rodilla y el pie para efectuar un paso hacia adelante. También interfiere con el apoyo de peso sobre el talón y con la transferencia del peso del talón a los dedos. Durante el tratamiento, el terapeuta levanta los dedos y efectúa una dorsiflexión del tobillo mientras el paciente permanece apoyado sobre el talón. Esto se realiza hasta que no se percibe presión; entonces se desciende la parte anterior del pie suavemente contra el suelo y se previene la presión hacia abajo esto posibilita la dorsiflexión en un rango mayor.

#### *Tratamiento para la marcha*

Según Bobath, en muchos casos se prescriben ortesis cortas para muchos pacientes que no la necesitarían si se practicara al inicio del tratamiento, es decir, antes de hacer caminar al paciente, la dorsiflexión del tobillo y de los dedos del pie en la estación de pie y transferencias de paso sobre el lado afectado. Los pacientes con gran déficit sensitivo que no perciben cuando se

dobla su tobillo pueden requerir una ortesis. En algunos casos no existe peligro de rotación del pie y hay poca espasticidad de la pierna pero es imposible la dorsiflexión activa del tobillo; entonces el pie cae. Según Bobath, para mantener el tobillo flexionado es preferible utilizar una férula posterior, moldeada a la pantorrilla, que una ortesis corta.

Si bien el paciente puede sentirse más seguro con una ortesis y puede utilizarla durante un tiempo para trechos largos de marcha fuera de casa, tiene algunas desventajas:

- El paciente que se encuentra más flácido que espástico muestra más espasticidad extensora que flexora en la cadera y las rodillas, aunque no puede efectuar activamente la dorsiflexión de tobillo. La ortesis, al mantener el pie en dorsiflexión, impide una actividad extensora en la rodilla y la cadera; esta última se mantiene en cierta flexión y está inestable. Para estabilizar la rodilla el paciente se traba en hiperextensión.
- No se puede desarrollar equilibrio en el tobillo, ya que la actividad y la sensación de movimiento en esta articulación están limitados, y es probable la aparición de atrofia muscular.
- Se puede producir clonus de tobillo por los reflejos de estiramiento en pacientes cuya espasticidad es moderada o leve.

Para preparar una marcha razonablemente normal se debe practicar el equilibrio, la bipedestación y la transferencia de peso. Para la fase de balanceo, el paciente debe liberar la espasticidad de la cadera, la rodilla y el tobillo para elevar la pierna y dar un paso. También necesita controlar que la pierna se extienda cuando el pie apoya en el suelo. Si se practica todo esto primero mientras se está en bipedestación, desarrollará un mejor patrón de deambulación que si se lo hace caminar inmediatamente sin el control necesario de su pierna. Cuando analizamos las dificultades del paciente para caminar descubrimos dos problemas principales:

- En la fase de bipedestación hallamos una cocontracción excesiva de los patrones extensor y flexor que inhiben el movimiento. Ello permite que el paciente lleve el peso sobre la pierna afectada momentáneamente, pero vuelve al miembro inmóvil y excluye todas las reacciones de equilibrio. La cocontracción de grado moderado desempeña un papel normal en

nuestros movimientos y es necesaria para proporcionarnos estabilidad para mantener la postura contra la gravedad, para dar fijación a las partes que se mueven, y para apoyar el peso.

- En la fase de balanceo, se moviliza la pierna afectada libre de peso para dar un paso con la rodilla móvil, de modo que el paciente no utiliza la circunducción en la cadera con la pelvis traccionada hacia arriba del lado afectado.

Fase de estación de pie: el paciente tiende a mantener la pierna extendida rígidamente y empuja con la planta de los pies y con los dedos contra el suelo, lo que impide la dorsiflexión en el tobillo para permitir la transferencia de peso sobre el pie de la pierna afectada al caminar. Para mantener el talón sobre el suelo debido a una dorsiflexión insuficiente, el paciente efectúa una hiperextensión de rodilla y flexiona la cadera. La pierna está rígida y, en consecuencia, no puede hacer equilibrio sobre ella con seguridad cuando levanta la pierna sana para dar un paso. Incluso cuando se para sobre ambos pies tiene temor de transferir su peso de la pierna sana a la afectada. En general, el paciente se pone de pie con todo su peso sobre la pierna sana, la pierna afectada abducida y libre de peso. Le es difícil ponerse de pie con los pies paralelos y juntos, pero es su primer medio para apoyar algo de peso sobre la pierna afectada.

En el tratamiento, se hace poner al paciente de pie enfrente de la camilla, con los pies juntos, el terapeuta se encuentra junto al lado afectado. Con una mano sostiene al paciente por debajo de la axila para mantener elevada la cintura escapular, y con la otra se sostiene la mano con la muñeca y el codo extendidos. Luego, le solicita que mueva la cadera hacia el terapeuta y se le ayuda a transferir todo su peso hacia el lado afectado. Cuando se siente seguro, se le pide que efectúe pasos muy pequeños hacia adelante y atrás con la pierna sana. A medida que efectúa pasos hacia atrás, el pie sano se debe mover bien atrás del afectado. No debe inclinar el tronco hacia adelante ni flexionar la cadera, sino que debe mantenerla bien extendida, ya que contrarresta la hiperextensión de la rodilla, de esta forma aprende a transferir el peso sobre la pierna en que se apoya y a controlar todas las fases.

Cuando el paciente se encuentra en posición de efectuar un paso, se le solicita que mantenga todo su peso y que haga equilibrio sobre la pierna afectada con el pie sano por delante. Entonces debe transferir su peso hacia adelante sobre el pie sano, dejando la pierna afectada atrás con el talón sobre el suelo. Los principales problemas de equilibrio aparecen cuando se debe apoyar todo el peso sobre la pierna afectada mientras la sana se mantiene por delante: tiende a caer hacia atrás si flexiona la cadera de la pierna en que apoya el peso. Se deben practicar pequeños movimientos aislados de la rodilla alternando flexión con extensión para asegurar la movilidad de la pierna en que apoya el peso.

Para obtener apoyo de peso con transferencia de peso y equilibrio sobre la pierna que está apoyada durante la deambulaci3n, el paciente da un paso hacia adelante y atr3s, pero solo toca el suelo ligeramente con el pie sano. El peso de cuerpo se mantiene sobre la pierna afectada mientras lo transfiere hacia adelante y hacia atr3s sobre la pierna en que apoya el peso. Se puede utilizar el mismo procedimiento mientras el paciente camina haciendo que toque el suelo ligeramente con el pie sano, una o dos veces antes de efectuar un paso, y sin poner nada de peso sobre esa pierna. De esta forma, se mantiene el firme apoyo de peso sobre la pierna afectada durante la transferencia de peso en la marcha.

Fase de balanceo: cuando la pierna afectada del paciente est3 r3gida en extensi3n y el pie empuja contra el suelo le es dif3cil llevarla hacia adelante y hacia atr3s para dar un paso sin traccionar la pelvis hacia arriba y efectuar una circunducci3n. No hay que permitirle elevar la pierna muy alto de modo que s3lo puede hacerlo traccionando la cadera hacia arriba. En su lugar, antes de que efect3e un paso, hay que ayudarlo a liberar la rodilla y flexionarla ligeramente con la pelvis descendida y luego llevar la rodilla flexionada hacia delante. Ya se han practicado movimientos selectivos de rodilla al ponerse de pie sobre la pierna afectada, pero es mucho m3s dif3cil flexionar la rodilla y mantener la cadera extendida cuando la pierna afectada est3 detr3s de la sana. Esto debe haberse practicado previamente en dec3bito.

Ahora, el paciente debe ponerse de pie con todo su peso sobre la pierna sana y la pierna afectada ligeramente detr3s de ella. Se le solicita que relaje y flexione la rodilla afectada, aduciendo el muslo de modo que la rodilla se

aproxime a la sana. El pie debe mantenerse sobre el suelo en pronación. Esto le proporciona un patrón de aducción con la rodilla flexionada y la pelvis descendida, la pierna se encuentra relajada y en posición de efectuar un paso hacia delante. Sin embargo, cuando comienza a dar un paso, puede existir aún cierta presión de los dedos contra el suelo, que puede producir una supinación al tobillo y rigidez a la rodilla. Entonces, el paciente no puede liberar y flexionar la rodilla o efectuar una dorsiflexión de tobillo y los dedos para dar un paso normal hacia adelante. Se ve forzado a dar un paso con una rodilla rígida y un pie en flexión plantar. Para no raspar el suelo con los dedos del pie el paciente tiene que traccionar la pelvis hacia arriba efectuando una circunducción de la pierna. En consecuencia, el terapeuta debe colocar nuevamente abajo del pie del paciente, solicitándole que no empuje hacia abajo. Luego se le solicita que eleve el pie sin traccionar hacia arriba de la pelvis, pero a medida que lo hace, puede ser necesario que el terapeuta controle el pie y evite la supinación.

El paciente también debe practicar pequeños movimientos alternantes de flexión y extensión de rodilla, mientras mantiene los dedos sobre el suelo. Cuando puede hacerlo sin poner rígida la rodilla, se le pide que dé un paso hacia adelante. El terapeuta puede guiar el pie, controlando los dedos en dorsiflexión para prevenir la supinación y la presión contra el suelo cuando el paciente coloca el pie por delante. En forma progresiva, se puede practicar la misma maniobra con la pierna del paciente más atrás aún que la sana, en la posición que necesitará el paciente para dar un paso más grande. Entonces es más difícil la liberación de la espasticidad extensora de la rodilla, ya que la cadera se encuentra completamente extendida y los dedos tienen más probabilidades de presionar contra el suelo.

Cuando el paciente coloca el pie abajo y adelante debe aprender a controlar el peso de la pierna medida que la desciende hacia el suelo. No debe poner rígida la rodilla ni el pie cuando toca el suelo, ya que ello ocasionará una flexión plantar y supinación en el tobillo y hará imposible el golpe talón-dedos del pie. Si el pie se encuentra rígido cuando toca el suelo será imposible la dorsiflexión completa para transferencia de peso sobre la pierna que ahora apoya el peso. Entonces el tendón de Aquiles se pone tirante y el paciente efectúa una hiperextensión de rodilla.

El control de la espasticidad excesiva de la pierna ha sido practicado antes en decúbito dorsal y sedestación, pero ahora se realiza en posición de pie y marcha. Después de que el paciente ha movido la pierna hacia delante, guiando con la rodilla y sin elevarla nada más de lo que se haría para un paso normal, debe descender el pie hasta el suelo muy lentamente, empujando el pie hacia abajo. En la marcha normal no levantamos la pierna por delante, sino que la llevamos hacia adelante, guiando con una rodilla flexionada y una fuerte dorsiflexión del tobillo y los dedos. El terapeuta, cuando solicita al paciente que dé un paso, controla el pie en dorsiflexión y observa si existe alguna presión del pie contra su mano. Cuando el terapeuta siente presión solicita al paciente que levante nuevamente el pie antes de colocarlo abajo para poder inhibir la espasticidad extensora, cuando el pie toca el suelo sin peso sobre él debe realizar recurrentemente movimientos aislados del pie para mantener la pierna móvil y así realizar un paso hacia atrás, guiando ahora con el talón. Mientras la pierna está móvil, se le solicita que efectúe pasos muy pequeños hacia delante y hacia atrás sin apoyar peso sobre la pierna y sin traccionar la cadera hacia arriba. Si es necesario, el terapeuta puede sostener la pelvis abajo del lado afectado para facilitar los movimientos independientes de la rodilla. Este procedimiento puede incluirse en el patrón de marcha. Luego se solicita al paciente que señale ligeramente al suelo con los dedos de la pierna de balanceo antes de apoyar el peso en ella. De esta forma, controla la actividad extensora excesiva y mantiene la pierna libre para moverla para el paso siguiente.

*Tratamiento para mejorar la marcha del paciente:*

Si hay que lograr mejoría en la marcha del paciente es necesario obtener todavía movimientos más selectivos de la rodilla, y de dorsiflexión y flexión plantar del tobillo y los dedos del pie, independientes de la posición y el movimiento de la cadera. Es esencial la dorsiflexión completa del tobillo y los dedos para una marcha normal y para golpe talón-dedos. También es necesaria para el equilibrio en bipedestación sobre la pierna afectada como reacción postural protectora contra la caída hacia atrás. Hasta haber obtenido esta reacción en el tratamiento no podemos esperar o encarar el golpe talón-



dedos, y el terapeuta debe estar satisfecho cuando el paciente puede colocar todo el pie en forma segura sobre el suelo.

En la marcha se requiere una dorsiflexión del tobillo mayor de 90° para una transferencia de peso suficiente hacia adelante sobre la pierna que está apoyada. Se practica en posición de efectuar un paso con el pie sano bien hacia adelante y el paciente moviendo la cadera lo más lejos posible hacia adelante sobre el pie de la pierna sana. Debe mantener el talón de la pierna afectada abajo sobre el suelo. Entonces el paciente libera la rodilla, flexionándola y moviéndola hacia adelante; a medida que el talón deja el suelo, los dedos deben mantenerse y adquirir una dorsiflexión completa. Aquí puede ser necesaria la ayuda del terapeuta para evitar la supinación del pie, que ocurre si el paciente empuja contra el suelo. Luego se revierte este movimiento. Colocando el paciente nuevamente el talón sobre el suelo; no debe empujar, sino liberar suavemente los músculos de la pantorrilla y los flexores de la cadera, de modo que ésta se mantenga adelante y extendida. Estos movimientos alternados se efectúan algunas veces y luego, cuando ya no existe espasticidad extensora ni presión de los dedos contra el suelo, el paciente da un paso hacia adelante. Todavía puede ser necesario que el terapeuta controle el pie en dorsiflexión y pronación. El paciente debe guiar con la rodilla y mantener la cadera descendida, y efectuar pasos pequeños hacia adelante y atrás. Los pasos hacia atrás se realizan con el paciente guiando con el talón y el terapeuta, que controla el pie en dorsiflexión, no debe percibir presión.

La pierna también se puede mantener móvil para la fase de balanceo dejando que el paciente coloque el pie afectado sobre una pequeña carretilla con ruedas y que practique hacerla rodar con movimientos de cadera y rodilla hacia adelante, hacia los lados y hacia atrás. Esto proporciona al paciente una sensación de cómo mover la pierna cuando efectúa los pasos e impide la presión indeseable hacia adelante.

El paciente puede aprender a vigilar y controlar cualquier presión que ejerce con la pierna afectada colocando el pie afectado sobre un par de balanzas planas en frente de él. Debe mirar y ver que existe poco peso o ninguno en las balanzas. Luego, éstas se colocan en diagonal hacia adelante y los lados de modo que el paciente aprende a hacer pasos controlados en diferentes

direcciones. Debe colocar y sacar el pie de la balanza muy lentamente. La misma maniobra se puede practicar apoyándose sobre la pierna afectada y colocando el pie sano sobre las balanzas lenta y levemente, de modo que debe hacer equilibrio sobre la pierna afectada. Se pueden usar también balanzas planas, una para cada pie, de forma que el paciente pueda ver y controlar cuanto peso coloca en cada pierna. Cuando ha mejorado el control en la fase de balanceo se le solicita que camine, pero en lugar de poner inmediatamente el paso sobre la pierna afectada se le pide que dé golpecitos en forma ligera y rápida con los dedos en el suelo. Luego levanta de inmediato el pie para dar un paso correcto y colocar el peso sobre la pierna. Estos golpecitos impiden la presión exagerada del pie contra el suelo y, con ella, la rigidez de la rodilla. Incluso es mejor dejar que el paciente efectúe estos golpes no sólo una vez entre los pasos, sino recurrentemente. También se pueden practicar con el pie sano. Hace que el paciente se ponga de pie y haga equilibrio por periodos más prolongados sobre la pierna afectada de lo que lo haría de otro modo. El movimiento debe limitarse a la cadera y la rodilla, y la pelvis no debe ser traccionada hacia arriba. Cuando el paciente pueda mover la rodilla libremente debe llevar el pie en forma gradual hacia atrás por detrás del sano como si caminara hacia atrás. Los golpecitos con el pie sano sobre el suelo impiden que el paciente efectúe pasos rápidos con la pierna sana para evitar el apoyo del peso y la transferencia de peso sobre la pierna afectada y, en su lugar, hacen que el paciente lleve peso y haga equilibrio en la pierna afectada.

Recientemente esta técnica ha sido objeto de estudios controlados, confirmando que la fase de apoyo del lado hemipléjico es más larga, y la marcha más simétrica, y que la extensión de cadera es más marcada en los individuos así tratados. También se observa un efecto favorable sobre la velocidad de marcha y la resistencia, así como sobre la calidad de la recuperación motriz. <sup>(14)</sup>

## 2.7 TRATAMIENTO ORTÉSICO DE LA MARCHA HEMIPLÉJICA

Para establecer el tipo de tratamiento ortésico debemos realizar una evaluación física y neurológica detallada, un análisis de la marcha y la identificación de los déficits biomecánicos. Este proceso de evaluación debe ser de carácter multidisciplinar.

Los objetivos por los que se prescribe una ortesis están claramente definidos: ayudar al terapeuta en la rehabilitación del paciente, mejorar la separación del suelo en la fase de balanceo, ganar estabilidad en la fase de apoyo en la extremidad afectada y controlar o prevenir la deformidad, como un equino-varo de pie y tobillo o la hiperextensión de la rodilla entre otros. En general, mantener una posición adecuada de los pies, siendo lo más funcional posible. Tenemos que tener en cuenta que el tratamiento ortésico por sí sólo no abordará con éxito todos los problemas. Es necesario por un lado la fisioterapia que nos ayude a mantener rangos articulares o el uso de fármacos que nos ayude a modificar el tono muscular.<sup>(15)</sup> Otros objetivos del uso de las ortesis relacionados con la rehabilitación son mantener la posición conseguida tras las manipulaciones y posicionar el pie para que la información propioceptiva que llega al SNC sea la correcta.<sup>(16)</sup>

Históricamente, los profesionales de la rehabilitación se han resistido a usar ortesis en el tratamiento de las personas que han sufrido un ictus, pero en la actualidad el uso de ortesis es cada vez más aceptado tanto en la extremidad inferior como en la superior como complemento del tratamiento. En algunas situaciones en las que se ha usado las ortesis, se planteó su uso en los estadios finales del proceso de rehabilitación, casi como el último recurso. No obstante, esta consideración también está cambiando al reconocerse los beneficios de la intervención precoz. Las ortesis utilizadas tiempo atrás, estaban formadas por metal y cuero, a menudo con un diseño deficiente desde el punto de vista biomecánico. La práctica ortésica actual indica que la ortesis de plástico elaborada a medida para el paciente es la que mejor cubre sus necesidades terapéuticas.<sup>(15)</sup>

La realización de una prescripción para una ortesis es uno de los elementos del largo proceso de rehabilitación para mejorar la capacidad funcional del paciente. En una situación ideal, el paciente es evaluado por un equipo profesionalmente denominado equipo ortopédico, que debe constar del médico,

ortesta, fisioterapeuta y podólogo. El rol del podólogo consiste en:

- Participar en la evaluación de los déficits biomecánicos y compensaciones surgidos en la extremidad inferior, y especialmente en el pie, tanto estáticos como dinámicos a través de las exploraciones sistemáticas y del análisis informatizado de la marcha.
- Trabajar en colaboración con el ortesta para proporcionar las modificaciones adecuadas del calzado.
- Educar al paciente, y en especial al paciente diabético, sobre el calzado y el cuidado de los pies.
- Compartir sus conocimientos con el resto de integrantes del equipo.

### **2.7.1 Definición y nomenclatura de las ortesis:**

Una ortesis es cualquier dispositivo aplicado externamente sobre el cuerpo humano, que se utiliza para modificar las características estructurales o funcionales del sistema neuro-músculo-esquelético. Es decir, es un elemento que consigue la sustitución de la función perdida. Para estandarizar su definición se usan una serie de acrónimos (en inglés), así pues, las ortesis del miembro inferior se denominan de la siguiente manera:

- FO: foot orthosis (ortesis del pie).
- KO: Knee orthosis (ortesis de rodilla).
- HO: Hip orthosis (ortesis de cadera)
- AFO: Ankle-foot orthosis (ortesis de cadera y pie).
- KAFO: Knee-ankle-foot arthosis (ortesis de rodilla-tobillo-pie).
- HKAFO: Hip- Knee-ankle-foot arthosis (ortesis de cadera-rodilla-tobillo-pie).

### **2.7.2 Función de las ortesis**

La finalidad de cualquier ortesis es mantener, mejorar o restaurar la función de las partes móviles o de todo el cuerpo humano. Dividimos las funciones de las ortesis en:

- Primarias o directas: las que se dirigen a conseguir los objetivos terapéuticos principales.
- Secundarias o indirectas: llamadas así porque se obtendrán como consecuencia de las primarias y se dirigen a lograr los objetivos terapéuticos de segunda orden.

### **2.7.3 Mecanismo de acción**

El mecanismo de acción de las ortesis de miembro inferior se basa en:

- Mecanismos neurofisiológicos: existen tres hipótesis que explican cómo las ortesis de tobillo-pie pueden mejorar el control de la postura y la marcha:
  1. Reducen los grados de libertad del movimiento del tobillo y pie, simplificando la tarea del control postural.
  2. Realinean la extremidad inferior, particularmente el complejo tobillo-pie, lo que afecta directamente a la base de sustentación, a la posición del centro de gravedad, a la alineación de las articulaciones y a la longitud de los músculos, lo que influye favorablemente en el control postural.
  3. Proporcionan una alineación con postura adecuada del miembro inferior, lo que supone una retroalimentación sensorial correcta, facilitando el control postural y el aprendizaje motor.
- Principios biomecánicos: hay cuatro formas en las que una ortesis puede modificar el sistema de momentos y fuerzas externas sobre una articulación:
  1. Restringiendo la rotación, a través de un sistema de fuerzas equilibradas en tres puntos. Este sistema puede controlar las fuerzas que actúan alrededor de la rodilla, bien sean medio-laterales, antero-posteriores, o las rotacionales.
  2. Reduciendo las fuerzas de cizallamiento o los movimientos de traslación intraarticular producidos por estas fuerzas. Suele ocurrir cuando hay una laxitud ligamentosa anormal. En este caso se necesita una fijación en cuatro puntos.
  3. Reduciendo la carga axial provocada por el peso corporal, que se transmite a través de las estructuras óseas y de los cartílagos articulares.
  4. Controlando la línea de acción de la fuerza de reacción del suelo, en los tres planos del espacio.

### **2.7.4 Indicaciones y limitaciones del tratamiento ortésico**

- Prescripción e indicaciones: para prescribir una ortesis es necesaria una buena valoración de la anatomía y finalidad funcional a la que van destinadas, así como la función neuromuscular concreta y el proceso

específico de la enfermedad. Además hay que señalar el objetivo terapéutico principal, así como los materiales de construcción.

- Las limitaciones que tienen el uso de ortesis: no son un tratamiento definitivo, además no es un tratamiento único, sino que constituye un elemento más del tratamiento integral. Estas limitaciones derivan de la tolerancia de la piel y el tejido celular subcutáneo, así como la indicación correcta, es decir, el no uso indiscriminado.

### 2.7.5 Tipos de ortesis

#### *Férula posterior pasiva AFO. Férula postural*

Es una ortesis postural a medida, de termoplástico conformado. Está formada por una sola pieza en la que se distinguen tres secciones: la valva posterior de la pierna, la plantilla, que se adapta a la planta del pie y las cinchas de sujeción. La valva posterior va desde 1cm por debajo de la cabeza del peroné hasta la punta de los dedos, la sujeción se realiza gracias a las cinchas de velcro que se colocan en la parte anterosuperior de la pierna y en la zona dorsal del pie. En el plano sagital se producen los efectos más importantes.



Figura 1: Férula posterior pasiva. <sup>(15)</sup>.

#### *FO (ortesis plantar)*

Las ortesis de los pies constituyen la base del tratamiento de la extremidad inferior, no solo son adecuadas para tratar muchos de los problemas básicos que se ven en la práctica diaria, sino que además, las ortesis plantares con un componente proximal como AFO, KAFO son en primer lugar una FO. En los pacientes hemipléjicos al presentar alteraciones biomecánicas asociadas, hace que una FO quede relegada a casos concretos como el control de la inversión y la eversión, o un equino varo estructurado. <sup>(15)</sup>

Si bien es verdad que existen pocas indicaciones para la prescripción de ortesis plantares únicamente en el hemipléjico. El varo de retropié no se corrige con una cuña supinadora del talón, al contrario que el valgo de calcáneo durante la fase de carga por insuficiencia del tibial posterior, que se puede corregir eficazmente con una cuña posterior pronadora. <sup>(11)</sup>

No debemos olvidar que la extremidad sana estará sometida a un sobreesfuerzo, que hay que tratar de evitar con un mecanismo compensador, mediante soporte plantar. <sup>(17)</sup>

### *Ortesis de silicona*

La hipertonicidad o el acortamiento de los flexores de los dedos hacen que los dedos aparezcan en garra, impidiendo que el paciente sienta un contacto normal del pie con el suelo, provocándole sensación de desequilibrio mientras camina o está de pie. La flexión de las articulaciones interfalángicas además puede provocar lesiones dorsales en los dedos por la presión con el calzado.

Podríamos decir que las ortesis digitales de silicona constituyen un tratamiento que impedirán que las deformidades de los dedos se vuelvan irreductibles, <sup>(15)</sup> (aunque la disminución del dolor en caso de garra espástica o distónica es muy controvertida) <sup>(11)</sup>, proporcionando una mayor seguridad y estabilidad. Hemos de tener en cuenta para su confección que si la ortesis es postural, será rígida, mientras que si su función es proteger, deberán ser más flexibles. <sup>(15)</sup>

Los dedos tónicos en garra precisan un calzado grande en el antepié, con ortesis de silicona moldeada alrededor de la deformación para evitar los conflictos pie/calzado. <sup>(11)</sup>



Figura 2: Ortesis de silicona. <sup>(17)</sup>.

*AFO (ortesis tobillo-pie) fijas:*

- Férula posterior antiequina (Rancho de los Amigos): está realizada en termoplástico conformado como el poliuretano o el polipropileno, será más o menos rígida dependiendo de la espasticidad del paciente. Aplica una fuerza externa sobre la pierna y el pie, que mantiene el tobillo a 90° y el pie en una posición neutra de inversión- eversión. Durante el inicio de apoyo del talón, restringe los movimientos de flexión plantar exagerada de tobillo y el pie, mediante un sistema de fuerzas equilibrado de tres puntos (fuerza de la plantilla sobre la planta del pie, la que genera la cincha de velcro central sobre el empeine, y la que genera la valva posterior sobre la pantorrilla) que actúa fundamentalmente en el plano sagital, y que mantiene el sistema ortesis pierna/pie en equilibrio dinámico. Estas tres fuerzas generan el momento dorsiflexor que se opone a la caída del pie. Además genera una pequeña resistencia al avance de la tibia. Este sistema de fuerzas también produce una estabilización en el plano frontal, evitando las posiciones de retropie en varo/valgo, o del pie en aducción/abducción. Durante la fase de oscilación, contrarresta la fuerza de la gravedad, que llevaría el pie y el tobillo hacia la flexión plantar exagerada, permitiendo el despegue del pie del suelo.
- Bitutor corto: esta férula mantiene el tobillo a 90° y el pie en una posición neutra de inversión y de eversión. Durante el apoyo de talón estabiliza y restringe los movimientos de flexión plantar exagerada del tobillo la férula genera un sistema de fuerzas equilibrado en tres puntos que actúa sobre todo en el plano sagital. Durante la fase de oscilación contrarresta la acción de la fuerza de la gravedad, que llevaría el tobillo y el pie en flexión plantar. Acompañada de modificaciones en el calzado como el tacón blando o el balancín anterior mejoran la marcha en los pacientes con una limitación de movilidad del tobillo. Está formado por dos barras verticales de duraluminio, cuyos extremos superiores se conectan a un semiarco posterior, metálico o de termoplástico, distalmente conectan con una articulación ortésica de tobillo que une las dos barras con los ejes del estribo. Este eje permite la flexo-extensión de tobillo e impide el movimiento medio-lateral. Para controlar la pronación o la supinación es



necesario utilizar una cincha en forma de T que se coloca en la parte lateral o medial del calzado hasta superar el nivel del tobillo, aunque es una técnica que solo controla parcialmente esta deformidad.



Figura 3: Bitutor corto. <sup>(15)</sup>

- *Férula fija anterior:* esta férula se ha diseñado para proporcionar una fuerza en dirección posterior hacia la rodilla en el momento de apoyo al bloquear el avance tibial hacia delante. El diseño es bastante rígido y puede aceptar todo el peso. El objetivo de esta férula es controlar la flexión de rodilla previniendo la dorsiflexión del tobillo, por lo que está indicado en pacientes con una flexión de la rodilla no controlada debida a la debilidad del cuádriceps.



Figura 4: Férula fija anterior. <sup>(15)</sup>

- *Férula de Jousto:* formada por un eje lateral y plantilla termoplástica, indicado en las patologías que presenten una marcha en estepaje o en pies equinos con movilidad pasiva del tobillo, es decir, pie flácido. Es la menos utilizada en este tipo de paciente debido a la espasticidad que presentan.

Un estudio realizado por profesores de la Universitat de Barcelona acerca de este tipo de férulas, en el que se realiza una comparación entre la marcha de pacientes con una férula de Jousto personalizada y sin ella demuestra que con su uso hay una disminución del ángulo de contacto inicial, así como del tiempo de apoyo de la extremidad afectada, y un aumento de la cadencia. Es decir, que los tres parámetros estudiados mejoran con el uso de la férula. <sup>(10)</sup>



Figura 5: Férula Jousto. <sup>(15)</sup>

- *Foot-up*: aplicado externamente en el zapato, permitiendo la elevación del pie. Es un sistema cada vez más usado en este tipo de pacientes. <sup>(15)</sup>

#### *AFO dinámicas articuladas (DAFO)*

Este tipo de férulas permiten el movimiento de las articulaciones afectadas mientras controlan la dirección o la alineación del movimiento, y en ocasiones proporcionan una fuente de energía alternativa para músculos débiles. Llevan incorporada una articulación mecánica del tobillo que permite el movimiento hacia adelante y hacia atrás.

El tope articular posterior de la flexión plantar actúa compensando la debilidad de los flexores dorsales del pie, evitando que los dedos se arrastren durante la fase de oscilación. Cuanto mayor sea la flexión dorsal proporcionada en el tobillo, mayor es el momento flexor de la rodilla en la fase de contacto del talón, existe por lo tanto, un compromiso entre el grado de levantamiento de la puntera del pie y la inestabilidad de rodilla proporcionados por el tope posterior de los flexores plantares. Podemos decir que esta férula está indicada en pacientes con hiperextensión de rodilla. El tope anterior de la flexión dorsal crea un momento extensor de rodilla en la fase de despegue, ya que la fuerza

de reacción resultante pasa por delante de la rodilla. En resumen, cuanto mayor sea la flexión dorsal del tobillo, en la fase de oscilación, proporcionada por el tope anterior de flexión dorsal, mejor será la compensación de arrastre de los dedos pero menor será la estabilidad de rodilla, y menor será la estimulación de despegue del talón. Por lo que para elegir la posición de la flexión dorsal en que se ajuste el tope anterior, se debe buscar un compromiso entre la estabilidad de rodilla que provocará y el levantamiento del antepié.



Figura 6: Férula dinámica. (15)



Figura 7: Férula articulada. (15)



Figura 8: Articulación férula. (15)

Indicaciones AFO no articuladas	Indicaciones AFO articulada
Problemas de equilibrio en la fase de apoyo	Debilidad en dorsiflexión, solamente
Incapacidad para transferir el peso a la pierna afectada durante la fase de apoyo.	En presencia de un arco de dorsiflexión pasivo o activo.
Anomalía moderada o importante del pie, equino varo o valgo o una combinación.	Para controlar la inestabilidad de rodilla en flexión (AFO articulada con tope para la dorsiflexión).
Hipertonía moderada o importante.	Para controlar el recurvatum (AFO articulada con tope para la flexión plantar).
Hipertonía moderada o importante con recurvatum leve o inestabilidad de rodilla.	Para mejorar la velocidad y el ritmo.
Para mejorar la velocidad y el ritmo.	

Cuadro 2: AFOs estáticas Vs AFOs dinámicas. . (Información extraída de artículo referencia 15)

### *KAFO (ortesis rodilla-tobillo-pie)*

- Bitutor largo: es estabilizador y alineador le miembro inferior, especialmente de la rodilla. Su principal función es estabilizar la extremidad inferior en extensión, durante la fase de apoyo, controlando fundamentalmente la articulación de la rodilla y posibilitando la bipedestación y/o la marcha.

Está formado por dos tutores verticales, unidos al calzado mediante un estribo. El externo llega hasta el mismo punto, aunque proximalmente llega 4cm por encima del trocánter mayor. Tiene tres semiaros, uno está situado en la parte superior del muslo, el segundo en la parte postero-inferior del muslo y el último en la parte posterosuperior de la pantorrilla. A nivel de la rodilla y del tobillo puede haber incorporada una articulación mecánica. Las indicaciones son el equilibrio y la transferencia de peso en bipedestación deficiente, y la presencia de un genu recurvatum o flexo moderado no controlado por la AFO. En pacientes más graves puede ser el dispositivo más seguro para los traslados y la deambulaci3n.



Figura 9:Ortesis rodilla-tobillo-pie. <sup>(15)</sup>

## KO

La ortesis de rodilla no suele ser 3til en este tipo de pacientes porque la inestabilidad de rodilla coexiste con la inestabilidad en el pie y el tobillo, y se necesita un tratamiento simult3neo.

Ante las complejas alteraciones que aparecen en los pacientes hemipl3jicos, este tipo de tratamientos casi siempre resultan eficaces, en el mejor de los casos para mejorar la marcha, y en el peor para asegurar un mayor bienestar. Adem3s, en este tipo de pacientes hay un alto riesgo de agravaci3n de estas alteraciones, y con este tipo de tratamientos podemos evitar la evoluci3n desfavorable de dichas alteraciones. El tratamiento ortopodol3gico de estos pacientes mejora su calidad de vida. <sup>(15)</sup>

## **2.8 OTRAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO**

### **2.8.1 El calzado**

El objetivo de la rehabilitación es la adquisición de una marcha estable con calzado normal. Deben buscarse zapatos con ciertas características: plantillas largas y antideslizantes, talón plano o elevado de 15 a 20 mm, caña alta, antepié blando y grande, calzado ligero y estético. Debe ser de fácil colocación, con cierre de velcro o cinchas en "X" fijadas por delante del empeine y cruzadas en el cuello del pie (mejor que con cordones), contrafuertes reforzados, abertura grande para facilitar la buena posición de los dedos, también una talla mayor de la habitual para facilitar el uso de la ortesis extensora en su interior. Además la plantilla interior puede llevar una almohadilla "valgizante" que prolonga la cavidad calcánea, y una barra retrocapital. <sup>(11)</sup>

Además se pueden realizar modificaciones del calzado cuya función sea compensar el déficit de flexión dorsal del pie por medio de la elevación automática del antepié. <sup>(17)</sup>

### **2.8.2 Ayudas a la marcha**

El papel de las ayudas a la marcha es objeto de controversia, ya que hay autores que afirman que el uso de un bastón no modifica el reparto de los apoyos y el desarrollo de la marcha, mientras que para otros, sucede justo al contrario, el uso del bastón sí contribuye a repartir mejor los apoyos en beneficio del lado hemipléjico, mejorando así la cinemática de la cadera, la rodilla y el tobillo. <sup>(11)</sup> Como ya hemos mencionado anteriormente, el método Bobath defiende que en fases iniciales de la marcha después de un accidente cerebral vascular, es necesario el uso de un bastón o un trípode, con el objetivo de ser usado como punto de apoyo durante la fase de oscilación, y poder realizar así el cambio de peso del cuerpo. Pese a ello, defiende que el entrenamiento de la marcha debe efectuarse desde el comienzo sin dejar que el paciente utilice un bastón, de modo que desarrolle un patrón de la marcha simétrico de marcha con apoyo de peso del lado afectado. <sup>(14)</sup>

### **2.8.3 Neurolisis química**

Se han utilizado también como opciones de tratamiento la neurolisis química con alcohol etílico y la toxina botulínica. El alcohol etílico ha sido extensamente utilizado en el punto motor y en contacto con troncos nerviosos. En los pacientes hemipléjicos, donde hay una espasticidad del tríceps sural bastante marcada, está indicada la neurolisis a nivel del nervio ciático poplíteo interno cuando esta espasticidad es un obstáculo funcional con contacto inicial de antepié. Se obtiene una disminución de la espasticidad, de 2-4 meses. La neurolisis de este nervio contribuye al apoyo plantígrado con el pie plano, y favorece la acción de los extensores sin influir realmente en su control.

La toxina botulínica, al ser inyectada intramuscularmente, bloquea la liberación de acetilcolina a nivel de la placa motriz. Cuando existe espasticidad del tríceps, se puede usar. Este efecto es transitorio y cesa a partir de las ocho semanas. Hay una mejora significativa de la simetría de la duración de las fases de carga, la longitud y la velocidad del paso, así como de la trayectoria de la resultante de la fuerza de reacción del suelo sobre la plante del pie. El contacto inicial se realiza con el pie plano y no por el antepié.

### **2.8.4 Estimulación eléctrica funcional**

La estimulación eléctrica funcional, sustituye el control voluntario defectuoso por un movimiento obtenido por estimulación de un nervio o de un músculo, en un momento de valor funcional. La estimulación del nervio ciático poplíteo externo, conlleva a la extensión del pie con eversión y pronación del antepié. La estimulación tiene un doble efecto: el efecto relacionado con la acción de los músculos inervados por el nervio ciático poplíteo externo, que cesa al acabar la estimulación; y el efecto aferente con facilitación del control voluntario más potente, además de reducir la espasticidad del tríceps antagonista, este efecto sí que persiste al cesar el estímulo, aunque limitado en el tiempo.

Esta terapia fue inicialmente propuesta como una ortesis electrónica, pero hoy en día es una herramienta de rehabilitación en la fase inicial. Su indicación es el déficit de los extensores del pie en pacientes que elaboran el patrón de la marcha. Este efecto sobre el control voluntario de los extensores no parece superar el periodo de estimulación y su efecto facilitador sobre la recuperación de este control es controvertido. <sup>(11)</sup>

### **3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **3.1 OBJETIVOS**

Los objetivos que me he planteado al hacer el trabajo son:

1. Profundizar en el conocimiento y actualizaciones sobre la marcha hemipléjica.
2. Detallar las características de la marcha hemipléjica y sus compensaciones.
3. Revisar los tratamientos actualizados de rehabilitación y ortopedia.

#### **3.2 HIPÓTESIS**

El tratamiento podológico genérico cubre y compensa todas las deformidades y alteraciones del paciente de origen neurológico

#### **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

Para poder llevar cabo este trabajo ha sido necesario realizar una búsqueda bibliográfica extensa. Ha sido en los libros de neurología y medicina general donde he encontrado la documentación necesaria para desarrollar la teoría acerca del accidente cerebral vascular. Ha sido todo un reto seleccionar la información necesaria, y sobre todo decidir los datos relevantes para este trabajo, teniendo en cuenta la amplitud de la neurología humana.

Para desarrollar el tratamiento de rehabilitación me he documentado igualmente en libros de neurología y de rehabilitación, especialmente la Rehabilitación según el método Bobath. He querido centrarme en este tipo de tratamiento porque me ha parecido bastante interesante que como podólogos conozcamos el trabajo de otros profesionales, para darnos cuenta de la necesidad del trabajo interdisciplinar en los casos de pacientes con ictus. La decisión de incluir el método Bobath como la técnica de tratamiento de rehabilitación fue tomada porque en la mayoría de libros de neurorrehabilitación citaban este método, y creí que era el más efectivo, aunque posteriormente he encontrado artículos que afirman que si bien es efectivo, no lo es más que cualquier otro método de rehabilitación.

En cuanto al desarrollo del tratamiento ortésico, diré que ha sido complicado encontrar bibliografía actualizada, por ello he tenido que realizar una ardua búsqueda en las bases de datos y así encontrar publicaciones que pudieran serme útiles. La mayoría de los artículos encontrados hablaban generalmente de las AFOs, sin hablar de ninguna en concreto, por eso, aunque se han podido definir otro tipo de férulas, las que más se mencionan son las AFOs.

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de bibliografía han sido ENFISPO, Dialnet, Scopus, Pubmed..., y el Catálogo de la Biblioteca de la Universitat de Bcelona, donde pude encontrar los artículos más específicos de podología. En las revistas de El Peu, Podología Clínica y la Revista española de Podología he encontrado tres artículos que me han ayudado a documentarme.

En Pubmed he encontrado artículos que hablaban de tratamientos de tipo más farmacológico o experimental, pero no sobre el tratamiento podológico.



## 5. DISCUSIÓN

Esta discusión pretende exponer los diferentes puntos de vista respecto al tratamiento ortésico y de rehabilitación. Si bien es verdad que en la mayoría de los artículos encontrados que hablan del tratamiento ortésico tratan sobre la utilización de AFOs, existe alguna referencia respecto al uso de soportes plantares convencionales, los que utilizamos en la práctica clínica diaria. La mayoría de estudios realizados, comparan el uso de ortesis antiequino de diferentes características, analizando las repercusiones que tienen sobre la marcha y sus parámetros.

Existen muchos tipos diferentes de ortesis que podemos utilizar para mejorar una marcha de características hemipléjicas, pese a que todas persiguen un objetivo común, mejorar o restaurar la funcionalidad de la extremidad inferior.

La tendencia de los profesionales de la salud capacitados para prescribir el tratamiento ortético va dirigida a prescribir férulas antiequino, debido a la posición en flexión plantar que presenta el pie en la mayoría de los casos. Numerosos estudios han sido realizados sobre las AFOs (férulas tobillo-pie, antiequino), si bien hay artículos que realizan una comparación entre diferentes tipos de férulas, existen artículos realizados para demostrar la mejoría de los parámetros temporoespaciales, realizando una comparativa entre la marcha con y sin AFO. Es el caso de un estudio publicado en el año 2004, realizado con 16 pacientes, que mide la longitud del paso, la cadencia la anchura del paso y la simetría entre la pierna sana y la afectada, apareciendo una mejoría en los parámetros espaciotemporales, y disminuyendo la asimetría.<sup>(18)</sup> Sin embargo, Ester Marco et. al en un estudio realizado con 19 pacientes definieron la misma mejoría de los parámetros temporoespaciales, pero que no hay una influencia de los AFOs sobre la asimetría de la marcha.<sup>(19)</sup> De la misma forma, un estudio publicado recientemente, realizado con 23 pacientes después de sufrir un accidente cerebral vascular, y en el que se comparan los diferentes parámetros espaciotemporales en pacientes y el gasto energético con y sin el uso de un AFO, y con el uso de un AFO anterior y posterior, demuestra que el uso de AFO hace que haya un aumento de la velocidad y de la longitud del paso y una disminución del gasto energético más marcado con el uso de un AFO anterior<sup>(20)</sup>, el gasto energético con el uso de un AFO puede

reducirse hasta un 9,8%, al evitar el trabajo del tobillo. <sup>(21)</sup> Además la mayoría de pacientes entrevistados refieren más comodidad con el uso del AFO anterior. <sup>(20)</sup> Además, Noel Rao et. Al. demostraron en un estudio realizado con 30 personas que con el uso de un AFO, además de aumentar la longitud del paso y la velocidad, hay un aumento de la cadencia y la anchura del paso, y también realizaron una comparación entre una férula plástica y otra de fibra de carbono, y vieron que aunque de forma poco significativa, los diferentes parámetros mejoraban más con la férula confeccionada en plástico. <sup>(22)</sup>

Otro estudio realizado con 10 personas realiza la comparación entre las férulas AFO estáticas y dinámicas, e igualmente la medición de los parámetros anteriormente mencionados, además de diferentes parámetros cinéticos y electromiografía de la musculatura agonista- antagonista de la pierna. Los resultados que arroja son un una mejora de los parámetros espaciotemporales, de los parámetros cinéticos (ángulo suelo-pie en el contacto inicial y rango de movimiento de la dorsal-plantar flexión durante la fase de apoyo y de balanceo) y la co-contracción de los músculos agonistas-antagonistas se aproximaba más al patrón de marcha normal con el uso del AFO, sin diferencia entre las estáticas y las dinámicas. <sup>(23)</sup>

Además el uso de AFOs mejora la discapacidad y por lo tanto proporciona más independencia. Se ha demostrado en un estudio realizado con 1862 pacientes obteniendo la información de una base de datos, y realizando la comparación entre los pacientes que usan AFO y los que no, valorando ambos grupos con una escala de discapacidad. Después de esta valoración se observa que los pacientes que usan AFO obtienen una puntuación mayor. <sup>(24)</sup> También se ha demostrado en un estudio realizado con 61 pacientes que el uso de AFOs provoca una mejora del equilibrio, y por lo tanto reduce el riesgo de caídas cuando hay una espasticidad moderada. <sup>(25)</sup> La influencia de los AFO sobre la marcha hemipléjica y el equilibrio ya se estudiaba en 1988, cuando se realizó un estudio con 8 pacientes que ya definía una mejora en el equilibrio <sup>(26)</sup>

La mayoría de artículos localizados hablan únicamente de las AFO, aunque sean de diferentes características, hay un estudio que realiza la comparativa entre un AFO y una ortesis de cadera-rodilla-tobillo-pie (HKAFO). Analizando la cantidad de movimiento, se observa que en ambos es igual, sin embargo, el patrón de la marcha mejora más con la ortesis HKAFO. Este estudio se realizó

solamente con un paciente. <sup>(27)</sup>

La eficacia de esta tipo de ortesis con estimulación eléctrica ha sido descrita y estudiada por varios autores. Eun Sil Kim et. al realizaron un estudio con 23 que evalúa la factibilidad y efectividad de las férulas (rodilla-tobillo-pie) con un sistema neumático artificial. Dicho sistema consiste el dispositivo comprende una abrazadera de articulación de la rodilla, un actuador neumático para la dorsiflexión del tobillo, y un zapato con sensores de presión en el talón y del antepié fijos con el pie de la banda de parte delantera del pie y el tobillo. Estos sensores detectan la presión de las diferentes zonas, y así activar el sistema neumático, que controla la caída del pie, y proporciona un movimiento de dorsiflexión. Se valora la marcha con y sin férula, y se observa una mejoría de los valores medidos, longitud del paso y velocidad de la marcha. <sup>(28)</sup>

Finalmente, en 2007 se publicó un estudio en el que se describe la disminución del rango de movimiento de la extremidad inferior en pacientes que han sufrido una AVC, además de la disminución de la velocidad del paso. También describe el Roll-over Shape (ROS), que representa la correcta función del complejo tobillo-pie, mediante los *rockers* descritos por Perry. Se realizó la valoración de un total de 13 pacientes, con y sin el uso de un AFO. Los resultados observados fueron numerosos: se observa una disminución importante de la flexión plantar en el contacto inicial con el uso del AFO, pero no había una diferencia muy marcada en la fase de balanceo; se observó que se producía un aumento de la longitud del paso con la férula antiequino; una mejoría de la funcionalidad del tobillo valorando los *rockers* (ROS) fue observada; finalmente se pudo determinar que el desplazamiento de la dirección del centro de gravedad que se producía durante la fase de apoyo, sin el uso de la férula, se podía evitar llevando el AFO. <sup>(29)</sup>

Respecto a la rehabilitación, en la mayoría de la bibliografía citan el método de rehabilitación de Bobath como el más indicado. Si bien es cierto que se ha demostrado que tras dos semanas de rehabilitación según este método, realizada a un grupo de 60 pacientes, la cadencia y velocidad de la marcha y la longitud de la marcha mejoran considerablemente <sup>(30)</sup>, hay estudios que demuestran que este método no tiene una eficacia superior a otros métodos de rehabilitación. Una revisión realizada en 2009 de 2263 artículos sobre este tema demuestra que hay varios métodos de rehabilitación que son igualmente

efectivos <sup>(31)</sup>, además un estudio comparativo entre la técnica Bobath y la técnica MSB, realizado con 120 pacientes, demuestra que ambas técnicas producen una mejoría en este tipo de pacientes, pero no hay una diferencia estadística relevante entre ambos <sup>(32)</sup>. No es este el único estudio, existen diversos estudios realizados sobre las diversas técnicas, y no han conseguido demostrar la superioridad de estos métodos. No hay evidencia científica que recomiende una técnica sobre la otra. <sup>(13)</sup>.

Según Bobath, si en el inicio de la rehabilitación de la marcha se practicara la dorsiflexión activa de tobillo antes de hacer que el paciente camine, así como la transferencia de peso sobre el lado afectado, los pacientes post-ictus no necesitarían este tipo de ortesis. Sí que se aplicarían en el caso de los pacientes con un déficit sensitivo que no perciben cuando se flexiona el tobillo. Además opina que pese a que el paciente puede encontrarse más seguro con una ortesis durante una marcha prolongada, el uso de ortesis puede tener desventajas: no permite desarrollar equilibrio en el tobillo, ya que la actividad y la sensación de movimiento en esta articulación están limitados, Se puede producir clonus de tobillo por los reflejos de estiramiento en pacientes cuya espasticidad es moderada o leve, y en pacientes en etapa flácida la ortesis al mantener el pie en dorsiflexión, impide una actividad extensora en la rodilla y la cadera. <sup>(14)</sup>

Pese a que los profesionales de la rehabilitación, se han resistido a utilizar este tipo de férulas en los pacientes neurológicos <sup>(15)</sup>, hay un estudio que realiza la comparación entre un tratamiento solo de rehabilitación, con un tratamiento combinado de rehabilitación y AFO robotizada que asiste el paso. Se trata de un estudio realizado con 30 pacientes en el que existe un grupo de pacientes que recibe tratamiento de fisioterapia, y otro grupo que además de la fisioterapia trabaja con un AFO robotizado y que asiste la marcha del paciente. Los resultados que arroja este estudio, muestran que existe una mejoría en ambos casos respecto a la velocidad, la cadencia y la longitud del paso, pero en el caso del patrón de la marcha mejora más cuando el AFO es usado. <sup>(33)</sup>

En la actualidad el uso de ortesis es cada vez más aceptado como complemento del tratamiento. <sup>(15)</sup>

## 6. CONCLUSIONES

Si bien es verdad que la mayoría de bibliografía sobre el tratamiento ortésico habla de las AFOs como técnicas de tratamiento ante una marcha hemipléjica con sus características particulares, se ha podido encontrar bibliografía en la que dice que el uso de soportes plantares convencionales puede estar igualmente indicado, dependiendo de la magnitud de la gravedad de la alteración que tiene el paciente.

Así pues, podemos decir que existen casos donde la afectación es más leve, o la deformidad no es demasiado rígida, y solo es necesario un control de la inversión y la eversión o un equino varo estructurado, las ortesis plantares (FO) son una buena alternativa de tratamiento. Aunque las indicaciones son limitadas, el valgo de calcáneo durante la fase de carga por insuficiencia del tibial posterior, puede ser corregido con una cuña pronadora. También es cierto que el varo de retropié no puede corregirse con una cuña supinadora.

Este tipo de tratamientos también puede utilizarse en la extremidad sana, tratando de evitar un mecanismo compensador.

Mientras que en alteraciones más graves, donde es necesaria una sujeción mayor del pie y una posición más estable (por mayor equinismo), es necesario el uso de ortesis de ferulización (AFOs en la mayoría de los casos).

Está firmemente demostrado que el uso de AFOs interfiere en la marcha de manera beneficiosa, mejorando los parámetros espaciotemporales: velocidad, cadencia y longitud del paso.

No debemos olvidar la ortesiología digital como tratamiento complementario de los tratamientos ortésicos, tanto para proteger las articulaciones dorsales, como para intentar evitar la deformidad (con ortesis de silicona más rígidas).

Por lo tanto, es necesario que los podólogos conozcamos otro tipo de ortesis, no solo las convencionales, porque las convencionales no son siempre útiles en este tipo de pacientes.

Finalmente, es imprescindible entender que es necesaria la combinación de un tratamiento de rehabilitación (independientemente de cuál sea la técnica de neuro-rehabilitación utilizada) y ortésico cuando nos encontramos ante este tipo de pacientes, ya que ambos elementos constituyen una buena opción para conducir al paciente hacia una evolución favorable de la marcha.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Ropper A H. Adams and Victor's Principles of Neurology. 8<sup>o</sup> Edition. New York: McGraw-Hill; 2005.
2. Guyton A C. Anatomía y fisiología del sistema nervioso. Neurociencia básica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1989.
3. Snell R S. Neuroanatomía clínica. 6<sup>a</sup> Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007.
4. Bradley W G, Daroff RB. Neurology in Clinical Practice. 4<sup>o</sup> Edition. Philadelphia: Butterworth-Heinemann; 2003.
5. Fernandez-Tresguerres J A. Fisiología humana. 4<sup>a</sup> edición. México: McGraw Hill-Interamericana; 2010.
6. Brazis P W, Masdeu J C, Biller J. Localization in Clinical Neurology. 5<sup>o</sup> Edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
7. Matrí-Vilalta J L. Enfermedades cerebrales vasculares. 3<sup>a</sup> edición. Barcelona: Editoriales Mayo; 2012.
8. Miralles Marrero R C, Miralles Rull I. Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor. Barcelona: Masson S.A; 2007.
9. Ross R T. *How to examine nervous system*. 4<sup>o</sup> Edition. Humana Press: Totowa, NJ; 2006.
10. Sacristán Valero S, Concustell Gonfaus J, Crespo Martínez A, Galimany Valldosera M, Querol Martínez E. Estudio cinemático en 2D de la marcha en Estepage. Revista Española de Podología. Mayo-Junio 2009;10(3):152-5.
11. Viel É, Gerard Asencio Y B, Jean-Marie Casillas M E, El-Mostafa Laassel S M, Pélissier J, Penneçot J F, François Plas C T. La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson S.A; 2002.
12. Boza R, Duarte E, Belmonte R , Marco Navarro E, Muniesa JM .Estudio baropodométrico en el hemipléjico vascularrelación con la discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha. Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física, 2007 Enero;41(1): 3-9
13. Joan Montaner. Neurorreparación y rehabilitación técnica tras el ictus. Barcelona: Marge Medica Books; 2010.

14. Bobath B. *Hemiplejía del adulto. Evaluación y tratamiento*. 3ª Edición. Buenos Aires: Editorial médica Panamericana S.A; 1993.
15. Navalón Sanchez N, Marcián Romero C, Leyda Pineda R. Manejo del hemipléjico mediante la utilización de AFOs: puntos clave para la prescripción podológica de AFOs. *El Peu*. 2011 Enero-Marzo; 31 (1):17-33.
16. Fernández Seguí L M<sup>a</sup>, Escanilla Martínez E, Benhamú Benhamú S, Guerrero Rodriguez A, Domingo Maldonado G, Gómez Martín B. Actuación podológica en la hemiplejía. *Revista Española de Podología*. 2004 Mayo-Junio; 15 (3):132-137.
17. Barroso Trujillo M<sup>a</sup>V, Galán Hurtado H. Descripción y análisis de las alteraciones funcionales y estructurales del pie en pacientes con hemiplejía postictus. *Podología clínica*. Vol. 15, Nº 5, oct-dic 2014. Págs. 114-124.
18. Abe H, Michimata A, Sugawara K, Sugaya N, Izumi S. Improving gait stability in stroke hemiplegic patients with a plastic ankle-foot orthosis. *Tohoku J Exp Med*. 2009 Jul; 218(3):193-9
19. Marco Navarro E, Duarte Oller E, Belmonte Martínez R, Tejero Sánchez M, Muniesa Portlés JM, Escalada Recto F. Influencia de las ortesis antiequino en termoplástico en la asimetría de la marcha en el paciente hemipléjico. *Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física*. 2004; 38 (1):13
20. Menotti F, Laudani L, Damiani A, Orlando P, Macaluso A. Comparison of walking energy cost between an anterior and a posterior ankle-foot orthosis in people with foot-drop. *J Rehabil Med*. 2014 Sep;46(8):768-72
21. Bregman DJ, Harlaar J, Meskers CG, de Groot V. Spring-like ankle-foot orthoses reduce de energy cost of walking by taking over ankle work. *Gait Posture*. 2012 Jan;35(1):148-53
22. Rao N, Wening J, Hasso D, Gnanapragasam G, Perera P, Srigiriraju P. et al. The effects of two different ankle-foot orthoses on gait of patients with acute hemiparetic cerebrovascular accident. *Rehabil Res Pract*. 2014. *J Phys Ther Sci*. 2013 Nov; 25(11): 1503–1508.
23. Zollo L, Zaccheddu N, Ciancio AL, Morrone M, Bravi M, Santacaterina F, et al. Comparative analysis and quantitative evaluation of ankle-foot orthoses fot foot drop in chronic hemiparetic patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015 Apr;51(2):185-96.

24. Momosaki R, Abo M, Watanabe S, Kakuda W, Yamada N, Kinoshita S. Effects of ankle-foot orthoses on functional recovery after stroke: a propensity score analysis base on Japan Rehabilitation Database. *PLoS One*. 2015 Apr;10(4): e0122688.
25. Cakar E, Durmus O, Tekin L, Dincer U, Kiralp MZ. The ankle-foot orthosis improves balance and reduces fall risk of chronic spastic hemiparetic patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010 Sep;46(3):308-8
26. Mojica JA, Nakamura R, Kobayashi T, Handa T, Morohashi, I. Watanabe S. Effect of Akle-foot (AFO) on body Sway and walking capacty of hemiparetic stroke patients. *Tohoku J EXp Med*.1988 Dec;156(4):395-401
27. Zancan A, Beretta MV, Schmid M, Schieppati M. A new hip-knee-ankle-foot sling: kinematic comparision with a traditional ankle-foot orthosis. *J Reahabil Res Dev*. 2004 Sep;41(5):707-12
28. Kim ES, Yoon YS, Shon MK, Kwak SH, Choi JH, Oh JS. Effect of pneumatic compressing powered orthosis in stroke patients: preliminary study. *Ann Rehab Med*. 2015 Apr;39(2):226-33
29. Fatone S, Hansen AH. Effect of ankle-foot orthosis on roll-over shape in adults with hemiplegia. *J Rehabil Res Dev*. 2007;44(1):11-20.
30. Mikolajewska, E. Associations between resultls of post-stroke NDT-Bobath Rahabilitacion in gait parameters, ADL and hand functions. *Avd Clin Exp Med*. 2013 Sep-Oct; 22(5):731-738.
31. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, Halfens J. et al. The effectiveness of the Bobath concept in Stroke Rehabilitation. What is the evidence?. *Stroke*. 2009 Apr;40(4):89-97
32. van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparision of Bobath based and movement sciencie based treatment for stroke: a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005 Apr;76(4):503-8.
33. Husemann B, Müller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effcts of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke. *Stroke*. 2007 Feb;38(2):349-54.



## **8. AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a mi tutora, la profesora Montserrat Marugán de los Bueis, por sus consejos, su ayuda, y su paciencia. Gracias a su asesoramiento, este proyecto ha podido seguir adelante, su saber hacer ha hecho posible que haya podido ir solucionando las dificultades que se me han ido planteando durante la realización del trabajo.

Gracias a mi familia, especialmente a mis padres, por creer siempre en mí y en mi esfuerzo, por su apoyo incondicional, por su cariño y por la guía que habéis sido en mi camino. Gracias a vosotros he llegado a donde estoy. Vuestra paciencia no tiene precio.

Muchas gracias.