

CAPITULO 10

PRINCIPIOS DE ADAPTACION Y ALINEAMIENTO

La construcción y alineamiento de una ortesis no se puede basarsólo en la condición del miembro incapacitado para el cual se destina el aparato. Más bien, un miembro deficiente funcional o estructuralmente debe ser considerado como parte de una totalidad que es el cuerpo. Se debe prestar atención especial a las normales relaciones estáticas y dinámicas de la cadera, rodilla, tobillo y articulación subastragalina. Si estas relaciones normales no son tenidas en cuenta durante los procedimientos de adaptación y alineamiento la ortesis puede estorbar el normal desenvolvimiento del usuario y tender a incrementar las deformidades existentes.

Los conceptos de adaptación y alineamiento son esencialmente inseparables, de tal forma que uno afecta inevitablemente al otro. Sin embargo, para claridad de la discusión podemos distinguir entre ellos. La alineación se refiere a la alineación angular de los componentes ortésicos entre sí y a una línea de referencia que relaciona la ortesis con el cuerpo considerado como una totalidad. La adaptación trata con la relación entre la ortesis, los puntos anatómicos y los contornos del cuerpo.

Los objetivos de un alineamiento y adaptación perfectos son:

- a. Contacto plano del tacón y la suela del zapato con el suelo.
- b. Congruencia de las articulaciones anatómicas y mecánicas.
- c. Orientación horizontal de los ejes articulares.
- d. Conformidad con los contornos anatómicos.

Antes de proceder a analizar cómo se consiguen estos objetivos será útil repasar brevemente las características de las articulaciones de la extremidad inferior.

CARACTERISTICAS ARTICULARES RELACIONADAS CON LA ADAPTACION Y ALINEAMIENTO ORTESICO

Articulación de la cadera. La articulación de la cadera es diastrodial esférica que permite el movimiento universal de la extremidad inferior: abducción-aducción, flexión-extensión y rotación transversal.

Articulación de la rodilla. En la población erecta normal los ejes de las articulaciones de la rodilla se hallan en el mismo plano y son perpendiculares a la línea de progresión, como se muestra en la figura 1. La rodilla se considera una articulación policéntrica. Durante el normal movimiento al andar la rodilla presenta no sólo una rotación, sino también un componente de traslación; el fémur, no sólo flexiona con respecto a la tibia, sino que también se traslada hacia adelante desde una posición en extensión a otra en flexión.

Además, existe una rotación transversal de aproximadamente 10 grados del fémur con respecto a la tibia, rotando el fémur hacia adentro, al pasar la articulación de la rodilla de flexión a extensión.

Articulación del tobillo. Debido a la natural torsión de la tibia, el eje de la articulación del tobillo se halla rotado hacia afuera de 20 a 30 grados, con respecto al eje de la rodilla (figura 1). La torsión tibial es un fenómeno del desarrollo que aumenta de una cifra mínima de 2 grados en el recién nacido a un valor permanente de 20 a 30 grados a la edad de siete años. Esta adaptación del desarrollo coloca a la articulación del tobillo en la mejor posición para la marcha en línea recta.

Línea de progresión. Es un término usado para referirnos a la dirección en la que andamos. Aunque sea una línea recta, el centro de gravedad oscila a uno y otro lado al moverse hacia adelante (figura 2). Por lo tanto, la línea de progresión representa, de hecho, la suma de los desplazamientos del centro de gravedad durante la locomoción.

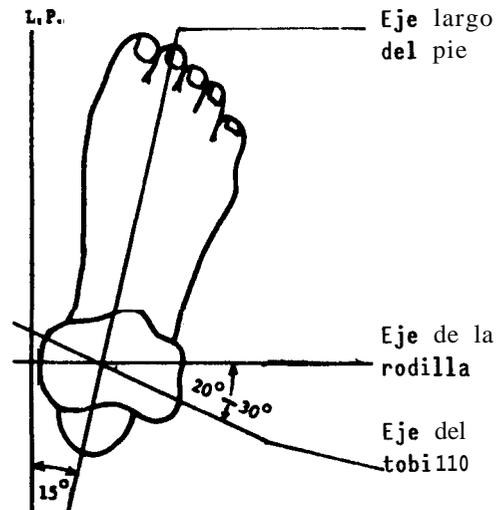


Figura 1

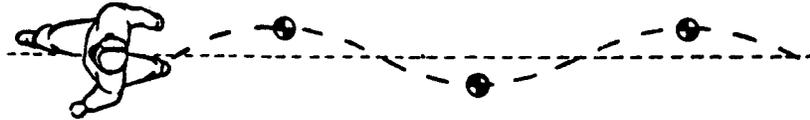


Figura 2

El eje de la articulación del tobillo, rotado hacia afuera, no es perpendicular a la línea de progresión durante la primera mitad de la fase de apoyo, como muestra la figura 3. Es más bien perpendicular, aproximadamente, a una tangente del camino seguido por el centro de gravedad del cuerpo, que permite a la articulación del tobillo flexionarse libremente en la dirección del movimiento del centro de gravedad desde el apoyo del tacón al momento central de la fase de la marcha.

Articulación subastragalina.

Esta articulación desempeña tres funciones especialmente importantes:

- a. Al estar de pie, permite el desplazamiento medio-lateral del centro de gravedad, mientras el pie se mantiene plano cuando el tacón y la suela contactan con el suelo.
- b. Permite al pie adaptarse a un terreno desigual.
- c. Durante la marcha se regula la tensión de la aponeurosis plantar, conforme el peso

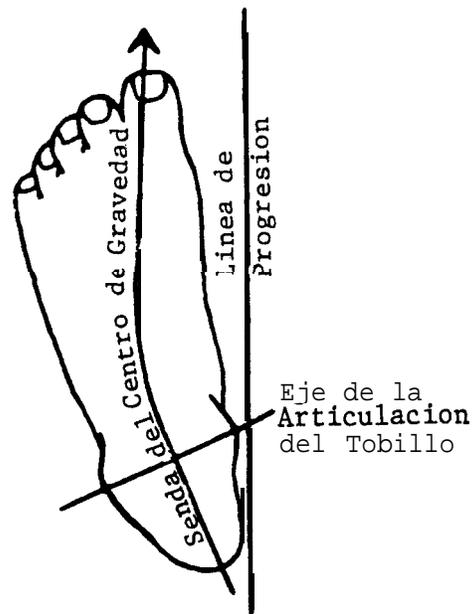


Figura 3

se transfiere hacia adelante desde el tacón.

d. Absorbe el choque.

e. Durante la flexión de la rodilla, como al ponerse en cuclillas, ayuda a compensar la diferencia de alineación entre las articulaciones del tobillo y de la rodilla, tal como se proyectan en un plano transversal.

ALINEACION EN EL PLANO FRONTAL

Como se ha dicho anteriormente, se necesita una línea de referencia para relacionar la ortesis y el miembro afectado con el cuerpo como totalidad. En la posición erecta normal, con una base de, aproximadamente, cuatro pulgadas 10 cm. entre los centros de los talones, una línea vertical divide al cuerpo en dos mitades iguales, derecha e izquierda, pasa a través de la nariz, el ombligo, el centro de gravedad y la sínfisis del pubis. Esta línea es denominada **línea mediosagital**, la cual divide en dos partes el espacio entre la rodilla y las articulaciones del tobillo (figura 4).

Línea mediosagital

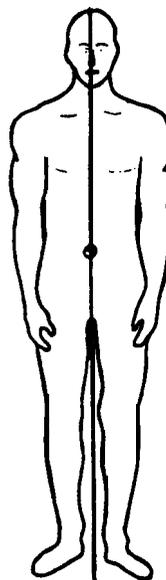


Figura 4

Normalmente, la flexión y extensión de los ejes de la cadera, rodilla y tobillo son esencialmente perpendiculares a la línea mediosagital.

La línea mediosagital permanece constante a pesar de que el miembro esté en alineamiento normal o deformado y, puede, sin embargo ser usada para relacionar el alineamiento de la ortesis al cuerpo como un todo. Esto se realiza orientando el zapato, las articulaciones de la ortesis y las bandas perpendicularmente a la línea mediosagital. Como consecuencia, el zapato estará plano sobre el suelo, y las articulaciones quedarán horizontal y paralelamente una a otra, como se ve en el plano frontal.

ALINEAMIENTO EN EL PLANO SAGITAL

Mientras la actual posición de las articulaciones mecánicas, con respecto a las articulaciones anatómicas en el plano sagital, depende en gran parte de la adaptación del zapato, bandas y correas, se pueden aducir varios criterios en la alineación de articulaciones.

Articulación de la cadera. El eje de flexión-extensión de la articulación de la cadera, se considera que coincide con un punto situado 1 cm. (1/2 pulgada) y 2,5 cm. (1 pulgada) superior al ápice del trocánter mayor. El eje mecánico de la articulación ortésica de la cadera debe, por tanto, colocarse coincidiendo con este punto.

Articulación de la rodilla.

La rodilla es una articulación policéntrica (figura 5), mientras que casi todos los componentes de la rodilla ortésica tienen un solo eje. En consecuencia, no puede conseguirse un alineamiento preciso de las articulaciones mecánicas y anatómicas. Sin embargo, ya que la mayoría de las KAFOS llevan un cierre de rodilla la discrepancia no repercute en la marcha. Conseguir una exacta alineación en la articulación mecánica-anatómica es más importante en la posición de sentado.

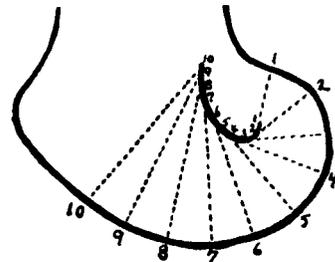


Figura 5

El eje de flexión-extensión de la articulación de la rodilla se considera que pasa aproximadamente 2 cm. (3/4 de pulgada) próximo a la meseta tibial en el adulto medio, y en un punto que es la mitad del diámetro anteroposterior de la rodilla, sin incluir el grosor de la rótula. Aunque la articulación mecánica de la rodilla se coloque en esta posición, para conseguir que no existan molestias al sentarse hay que acomodar las bandas o corazas de la ortesis para compensar la discrepancia producida por la inclinación anteroposterior y proximodistal del eje policéntrico de la articulación anatómica del eje de la articulación de la rodilla.

Articulación del tobillo. Para los propósitos de alineamiento de la articulación anatómica del tobillo se considera que tiene que pasar a través de los centros de los maleolos medial y lateral a nivel de la punta distal del maleolo medial. El maleolo medial está normalmente de 1,5 cm. (5/8 pulgada) a 2,5 cm. (1 pulgada) anterior al maleolo lateral, a consecuencia de la torsión tibial. Para conseguir que coincidan las articulaciones mecánica y anatómica, la ortesis debe presentar un aumento de torsión equivalente.

ALINEACION EN EL PLANO TRANSVERSAL

Articulación de cadera. Con pocas excepciones, las articulaciones ortésicas de la cadera sólo permiten el movimiento en el plano sagital, controlando tanto la abducción-aducción como la rotación transversal del miembro. El eje de la articulación ortésica de la cadera suele colocarse normalmente paralelo al eje de la articulación de rodilla.

Eje de la articulación de la rodilla. El eje de la articulación de la rodilla sirve como línea de referencia en el plano transversal, para el alineamiento de los componentes ortésicos. La razón para escoger el eje de la rodilla en vez de la línea de progresión es fundamentalmente práctica, sería difícil determinar la línea de progresión y relacionar con ella todos los componentes, especialmente si existe una deformidad en la rotación interna o externa de la articulación de la cadera. El eje de la rodilla, por otra parte, puede ser correctamente determinado con facilidad cuando la rodilla se mueve a través de un grado de flexión de aproximadamente 90°. El eje es perpendicular al plano de movimiento de la pierna y aproximadamente paralelo al plano del área poplíteica con la rodilla flexionada a 90 grados. La magnitud de la torsión tibial (rotación del eje de tobillo con relación al eje de rodilla en plano transversal) y el grado de desviación hacia afuera de la punta del pie, pueden, pues, relacionarse con el eje de la articulación de la rodilla, independientemente de que esté externa o internamente rotado en la rodilla del paciente

Eje de la articulación del tobillo. Como ya se ha dicho, la torsión tibial normal sirve para alinear la articulación anatómica, de tal manera que su movimiento sea compatible con el movimiento anterolateral del centro

de gravedad* Si, en un momento dado, el eje del tobillo no es perpendicular a la dirección del movimiento del centro de gravedad, un movimiento compensador en la articular subastragalina permitirá el movimiento de la pierna sobre el pie en la dirección del centro de gravedad.

Dado que las ortesis convencionales no proporcionan el movimiento correspondiente a la articulación subastragalina, la colocación correcta del eje del tobillo mecánico es de gran importancia. Para conseguir esta correcta colocación la articulación mecánica del tobillo debe ser alineada de acuerdo con el grado de rotación externa de la articulación anatómica, esto es, con el grado de torsión tibial. Esto es especialmente importante cuando se usan articulaciones de tobillo de movimiento libre.

Un error muy frecuente es relacionar la colocación de la articulación del tobillo en el plano transversal con la desviación hacia fuera de la puntera. La desviación de la puntera puede ser definida como la relación del eje mayor del pie con la línea de progresión. Normalmente, el pie presenta aproximadamente unos 15 grados de desviación de la puntera (figura 1). Sin embargo, el grado de desviación puede ser influenciado por diversos factores distintos de la torsión normal de la tibia; por ejemplo, rotación en las articulaciones de la cadera o la rodilla, inversión y eversión interna en la articulación subastragalina y abducción o aducción de la parte anterior del pie. Además, el eje de la articulación de tobillo se halla normalmente rotado hacia afuera 10 ó 20 grados a partir de una línea perpendicular al eje largo del pie (figura 6).

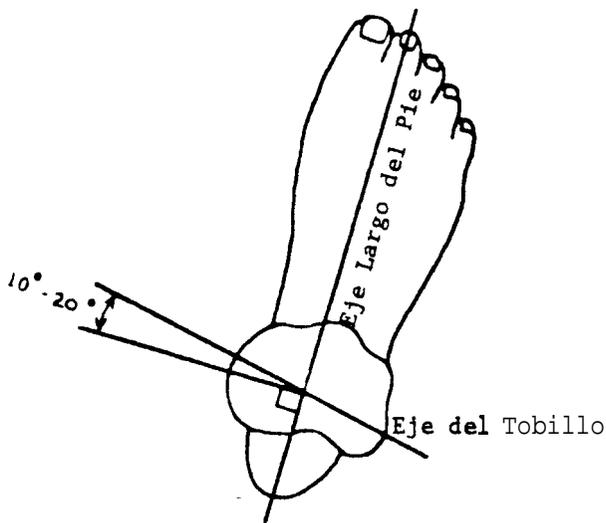


Figura 6

La colocación de la articulación del tobillo puede, sin embargo, no ser correcta si está relacionada solamente con el grado de desviación de la puntera.

Desviación de la puntera. La desviación de la puntera no soporta una relación constante con la torsión tibial, ya que algunos de los factores enumerados más arriba pueden influir en el grado de desviación de la puntera sin afectar la posición del eje del tobillo. La medida y acomodación de la desviación de la puntera en ortesis, por tanto, debe ser tratada separadamente de la de la torsión tibial.

EFFECTOS DE UNA INCORRECTA ALINEACION ORTESICA

Plano frontal. Si el zapato y las articulaciones ortésicas no son perpendiculares a la línea de referencia mediosagital, los efectos serán:

- a. Contacto desigual con el suelo, originando una distribución desigual de presión en el pie y la posible formación de callos y rotación en las articulaciones subastragalina o metatarsiana. Por ejemplo, si la ortesis no está adaptada para acomodar una deformidad en gen0 valgo, puede originarse excesiva presión en la superficie media del pie.
- b. Inestabilidad lateral, si la superficie plantar del zapato no es paralela al suelo.
- c. Disminución de la duración de las articulaciones ortésicas, ya que pueden ocurrir cizallamientos y mala adaptación de las superficies articulares.

Plano sagital. Un mal alineamiento en el plano sagital producirá movimiento relativo y presión cambiante entre la pierna y las bandas de la ortesis. Cuanto mayor sea la amplitud del movimiento en una articulación, mayor será la magnitud del movimiento relativo y el cambio de presión.

Eje del tobillo

En los diagramas de las páginas 216 y 217, se acepta que el estribo, el zapato y el pie dentro del zapato, están fijados y que los ejes anatómicos y mecánicos son paralelos.

En cada diagrama, el eje anatómico está designado por la letra "A" y el eje ortésico se identifica por la letra "O".

Un punto arbitrario se ha escogido, designado por la letra "P" para representar indistintamente un punto sobre la banda de la rodilla y el punto adyacente sobre el que apoya en la pierna directamente, cuando la pierna está en una posición neutral.

El punto sobre la pierna rotará alrededor del eje anatómico mientras el punto sobre la pantorrilla rotará alrededor del eje mecánico. El recorrido sobre los puntos de la ortesis y de la pierna durante la dorsiflexión y flexión plantar son, por lo tanto, de "O" y "A" respectivamente.

Eje de la rodilla

Los diagramas en las páginas 218 y 219 indican cómo un mal alineamiento del eje de la rodilla puede generar presión sobre el miembro.

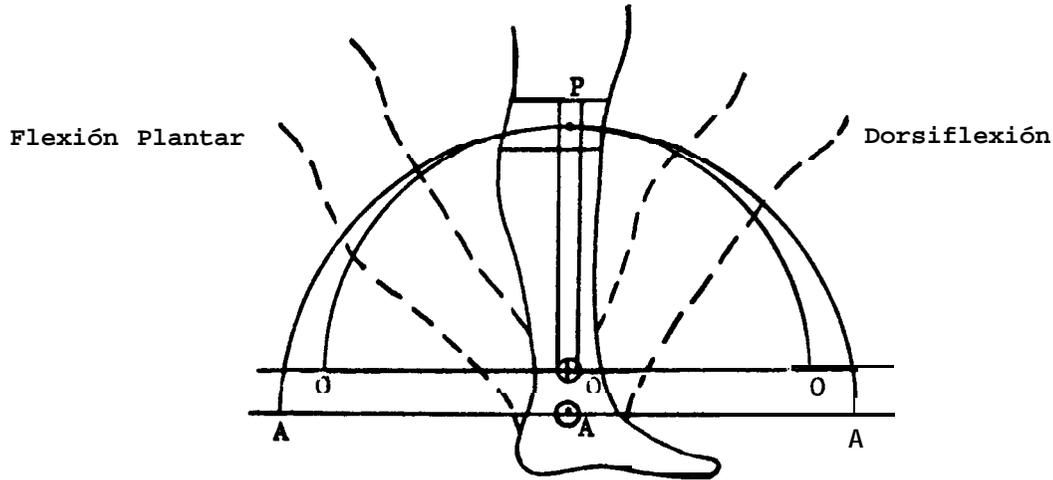
En estas ilustraciones, la articulación ortésica de rodilla se asume que es un eje sencillo de articulación, y la pierna y la parte de la ortesis por debajo de la rodilla se asumen que están fijas.

En cada diagrama, el eje anatómico está designado por la letra "A" mientras el eje ortésico se identifica con la letra "O".

Un punto arbitrario ha sido escogido, designado por la letra "P" para representar ambos un punto sobre la banda del muslo, y ese punto adyacente sobre el muslo, cuando la pierna está en posición neutra.

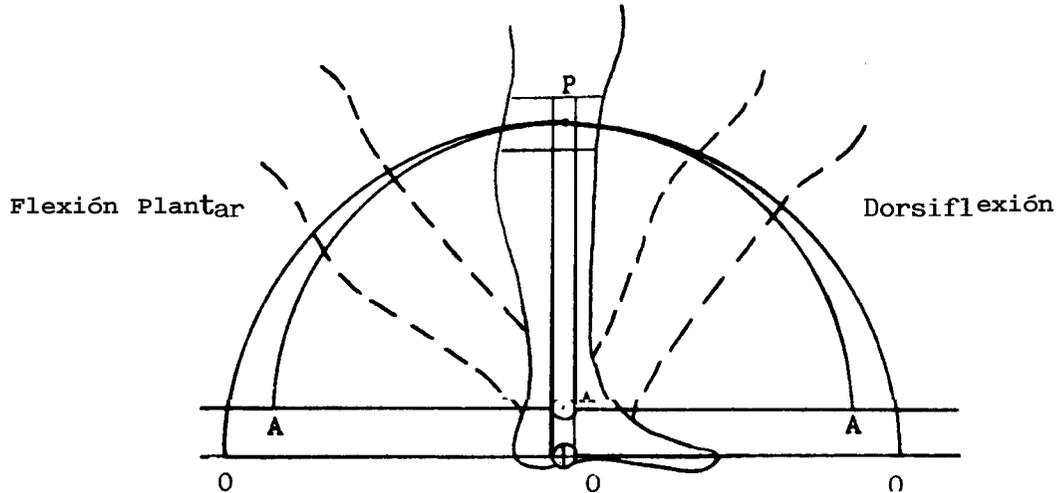
El punto sobre el muslo rota alrededor del eje anatómico. El punto sobre la banda del muslo rota alrededor del eje mecánico. El recorrido de los puntos sobre la ortesis y el muslo durante la flexión están indicados por los recorridos de "O" y "A" respectivamente.

EJE ORTESICO SOBRE EL EJE ANATOMICO



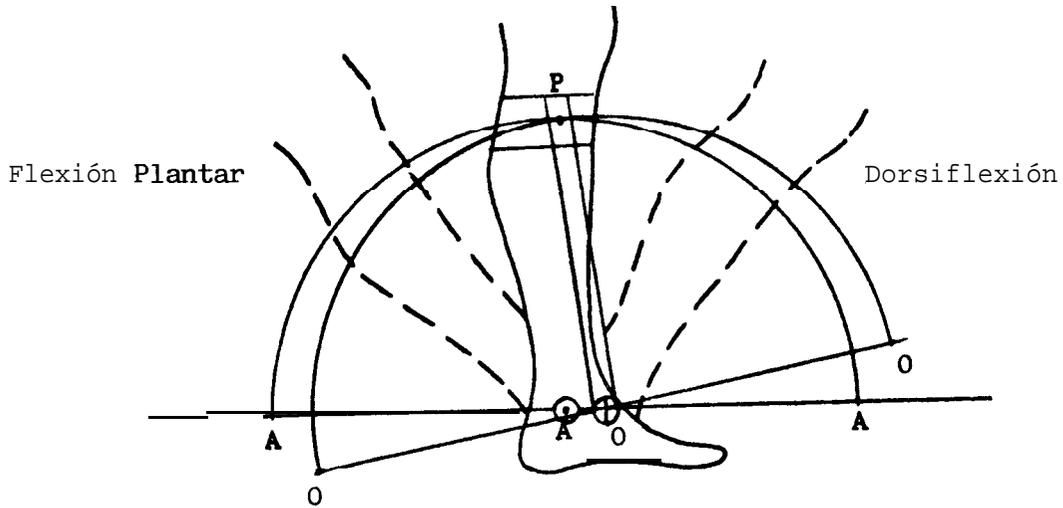
Movimiento de banda con respecto a la pierna	Dorsiflexión	Flexión Plantar
	Distal	Distal
Presión resultante de la banda sobre la pierna	Distal-Anterior	Proximal-Anterior
	Proximal-Posterior	Distal-Posterior

EJE ORTESICO DEBAJO DEL EJE ANATOMICO



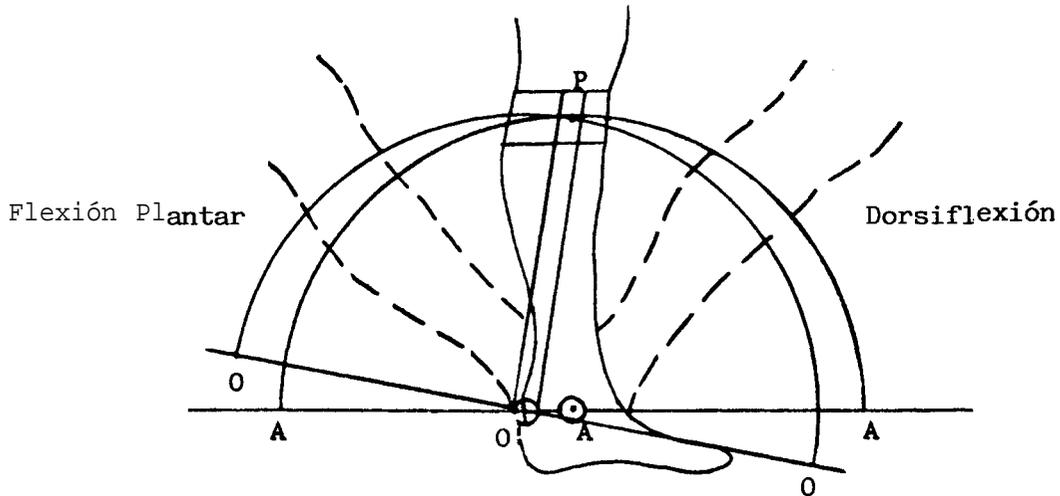
Movimiento de banda con respecto a la pierna	Dorsiflexión	Flexión Plantar
	Proximal	Proximal
Presión resultante de la banda sobre la pierna	Anterior-Proximal	Anterior-Distal
	Posterior-Distal	Posterior-Proximal

EJE ORTESICO ENFRENTE DEL EJE ANATOMICO



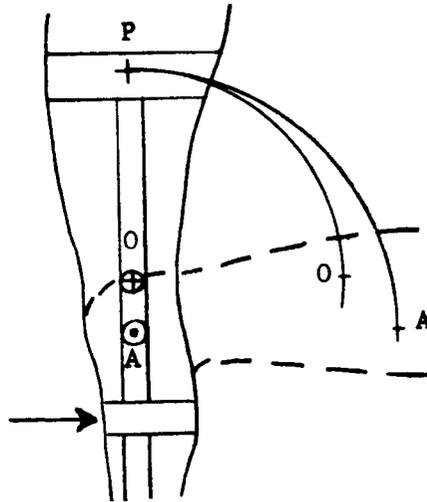
Movimiento de la banda con respecto a la pierna	Dorsiflexión	Flexión Plantar
	Proximal	Distal
Presión resultante de la bandas; bre la pierna	Anterior-Distal	Anterior-Distal
	Posterior-Proximal	Posterior-Proximal

EJE ORTESICO DETRAS DEL EJE ANATOMICO



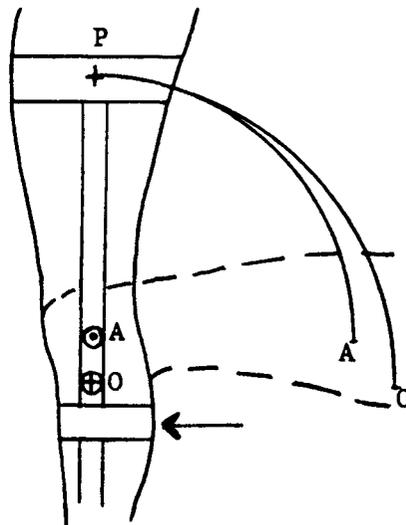
Movimiento de la banda con respecto a la pierna	Dorsiflexión	Flexión Plantar
	Distal	Proximal
Presión resultante de la bandas; bre la pierna	Anterior-Proximal	Anterior-Proximal
	Posterior-Distal	Posterior-Distal

EJE ORTESICO POR ENCIMA DEL EJE ANATOMICO



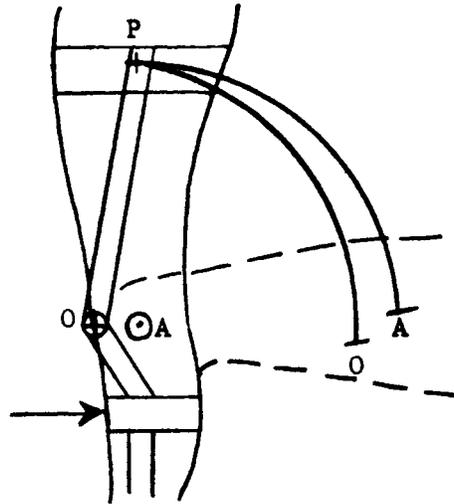
Movimiento de la Banda del Muslo respecto ala Pierna	Distal
Presión resultante de la Banda sobre el Muslo	Anterior-Proximal Posterior-Distal
Presión resultante de la Banda sobre la Pierna	Aspecto Anterior

EJE ORTESICO DIRECTAMENTE DEBAJO DEL EJE ANATOMICO



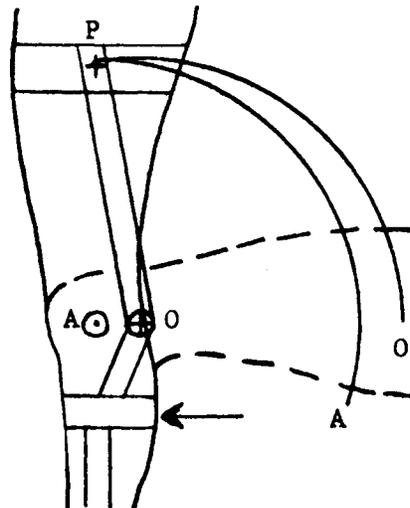
Movimiento dela Banda del Muslo respecto a la Pierna	Proximal
Presión resultante de la Banda sobre el Muslo	Anterior-Distal Posterior-Proximal
Presión resultante de la Banda sobrela Pierna	Aspecto Posterior

EJE ORTESICO DIRECTAMENTE ANTERIOR AL EJE ANATOMICO



Movimiento de la Banda del Muslo respecto a la Pierna	Distal
Presión resultante de la Banda sobre el Muslo	Anterior-Distal Posterior-Proximal
Presión resultante de la Banda sobre la Pierna	Anterior

EJE ORTESICO DIRECTAMENTE POSTERIOR AL EJE ANATOMICO



Movimiento de la Banda del Muslo con respecto a la Pierna	Proximal
Presión resultante de la Banda sobre el Muslo	Anterior-Proximal Posterior-Distal
Presión resultante de la Banda sobre la Pierna	Posterior

Plano transversal

a. Articulación de la cadera

Si la articulación mecánica de la cadera está rotada hacia afuera o hacia adentro el efecto será hacer que la ortesis y la pierna roten hacia afuera o hacia adentro y/o causar una presión indebida de la banda pélvica sobre la pelvis cuando la cadera se flexiona.

b. Articulación de la rodilla

El mal alineamiento de rotación del eje de la articulación de la rodilla mecánica es de poca importancia para la marcha, ya que la rodilla suele estar bloqueada. Al estar sentado, sin embargo, un mal alineamiento puede producir presiones molestas. Afortunadamente, raras veces tiene lugar este error del alineamiento. Más frecuentemente, el mal alineamiento del eje de la rodilla en el plano transversal se debe a no haber acomodado correctamente la desviación de la puntera, como se explica después.

c. Articulación del tobillo

Si la articulación mecánica del tobillo no se acomoda a la torsión tibial del paciente, esto es, si el eje de la articulación mecánica del tobillo es paralelo al eje de la rodilla en su proyección en un plano transversal, la ortesis tenderá a moverse en una dirección paralela a la línea de progresión durante la fase de apoyo. Esto, sin embargo, no se correlaciona con lo que ocurre en la marcha normal, en la que la tibia y la superestructura se mueven en una dirección anterolateral desde el talón al momento central de la fase de apoyo. Los resultados adversos de la insuficiente rotación externa de la ortesis pueden ser:

1. Concentración de presión en la superficie lateral del pie.
2. Deformidades de inversión del pie y el tobillo.
3. Tensión sobre la rodilla, acentuada por una torsión indebida del árbol tibial.
4. Fatiga del paciente debida a la inclinación entre las articulaciones anatómica y mecánica de la rodilla. En orden para que las articulaciones anatómicas y mecánicas vayan sin ningún grado signi-

ficante de movimiento, la articulación anatómica debe alinearse por sí misma con el eje mecánico de la articulación del tobillo. Como los dos ejes intentan coincidir, la fatiga resultante tiende a causar inclinación y a interferir con la marcha normal.

5. Aumento de desgaste de las articulaciones ortésicas. La inclinación entre las articulaciones anatómicas y mecánicas desde el momento de torsión ejercido por la ortesis para hacer el movimiento anatómico del movimiento de la articulación del tobillo conforme al de la ortesis, también resulta un indebido desgaste de las articulaciones ortésicas.

d. Desviación externa de la puntera del pie

Si el paciente tiene una excesiva desviación de la puntera, la cual no es compensada con la ortesis, los efectos serán:

1. Incomodidad al sentarse con la ortesis. La rotación externa del pie tenderá a causar que la ortesis rote externamente sobre el miembro. Como resultado de ello, el eje de la articulación de rodilla mecánica será rotado externamente con respecto a la rodilla anatómica, con la correspondiente interferencia y molestia al sentarse.
2. Actitud en varo del pie cuando el paciente se sienta. Esto ocurre porque la articulación anatómica al flexionar debe alinearse ella misma con la articulación mecánica. Sin embargo, tal alineamiento es sólo posible si el tobillo asume una actitud en varo, lo cual, en efecto, rota externamente la rodilla para que así pueda alinearse ella misma con la articulación mecánica. Si la ortesis está muy ajustada cuando hay insuficiente desviación de la puntera, el pie permanece en varo, tanto cuando el paciente está sentado como de pie.

ALINEAMIENTO DE LAS ARTICULACIONES ORTESICAS DE LA CADERA, RODILLA Y TOBILLO

	CADERA	RODILLA	TOBILLO
FRONTAL	Horizontal-perpendicular a la línea medio-sagital	Horizontal-perpendicular a la línea medio-sagital	Horizontal-perpendicular a la línea medio-sagital
SAGITAL	<p>Altura: 1 pulgada superior al ápice del trocánter mayor</p> <p>A-P: 1/2 pulgada anterior al ápice del trocánter mayor</p>	<p>Altura: 3/4 pulgada proximal a la meseta tibial</p> <p>A-P: la mitad del diámetro antero-posterior de la rodilla, no incluyendo el grosor de la rótula</p>	<p>Altura: perpendicular a la línea medio-sagital</p> <p>A-P: en el lado medial, en el centro del maleolo medio lateral, en el centro del maleolo lateral</p>
TRANSVERSO	Paralelo al eje de la articulación de rodilla	Perpendicular al plano de movimiento de la pierna, aproximadamente paralelo al plano de la región poplíteica cuando la rodilla está flexionada 90 grados	Rotado de acuerdo con la medida de aumento de torsión, normalmente 20- 30 grados de rotación externa en relación con el eje de la rodilla