

## CAPITULO 9

### FABRICACION, ALINEACION Y SUSPENSION DE LA PROTESIS POR DEBAJO DE LA RODILLA

La buena fabricación de las prótesis por debajo de la rodilla no depende sólo de la habilidad del protésico en manejar materiales como la escaiola, el plástico y la madera, sino más bien de su conocimiento de la anatomía, la locomoción humana y la biomecánica. Utilizando estos conocimientos e ideas, el protésico puede seguir la secuencia de la fabricación de la prótesis PTB con su encaje laminado en plástico con el extremo cerrado, forro blando y correa de suspensión.

#### 1. Diseño del encaje

a. Para soportar el peso del cuerpo cómodamente, los encajes deben rectificarse con mayor saliente sobre los tejidos blandos y más tolerantes a la presión y huecos sobre áreas más duras y más sensitivas a la presión.

b. Las fuerzas que soportan el peso deben aplicarse al muñón por unas superficies del encaje que se aproximen a la horizontal lo máximo posible.

c. El contacto total entre el fondo del encaje y el extremo distal del muñón, ayuda a descargar el peso y, más importante, ayuda al retorno venoso y a la prevención del edema.

#### 2. Alineamiento

a. Variando la relación entre el encaje y el pie, nos da un medio de controlar la tendencia de la prótesis a rotar alrededor del muñón en ambos planos, sagital y frontal.

b. Además el control de esta tendencia nos da un medio de alterar las fuerzas aplicadas al muñón por el encaje.

c. Los cambios de alineamiento también influyen en las fuerzas que producen movimientos de articulaciones y en la actividad muscular.

PROCEDIMIENTOS

1. Evaluación de la amputación del muñón

Por medio de la inspección visual y la palpación, el protésico debe examinar cuidadosamente el muñón y anotar cualquier causa que pueda afectar a la adaptación y alineación de la prótesis, tal como el estado del extremo de los huesos, las esquirlas, la articulación de la rodilla y la musculatura del muslo, así como las áreas sensibles y el edema. Todo ello indicado en el "Formulario de Información Protésica por debajo de la rodilla".

2. Medidas y molde

Después de examinar el muñón, el protésico mide y anota la longitud y circunferencia de ambos lados, el amputado y el sano (ver "Formulario de Información Protésica"). Estas medidas se utilizarán durante la modificación de la escayola, al diseñar el sistema de suspensión y el moldeado de la prótesis.

Una vez tomadas las medidas, se obtiene un molde del muñón con un vendaje de escayola sobre la calceta de algodón, en la cual el protésico ha marcado las prominencias de los huesos, las áreas sensibles a la presión y cualquier cosa que requiera una atención especial. Cuando la escayola empieza a endurecerse, se marca el tendón de la rótula con los pulgares y se comprime el área poplitea con los dedos (figura 1).

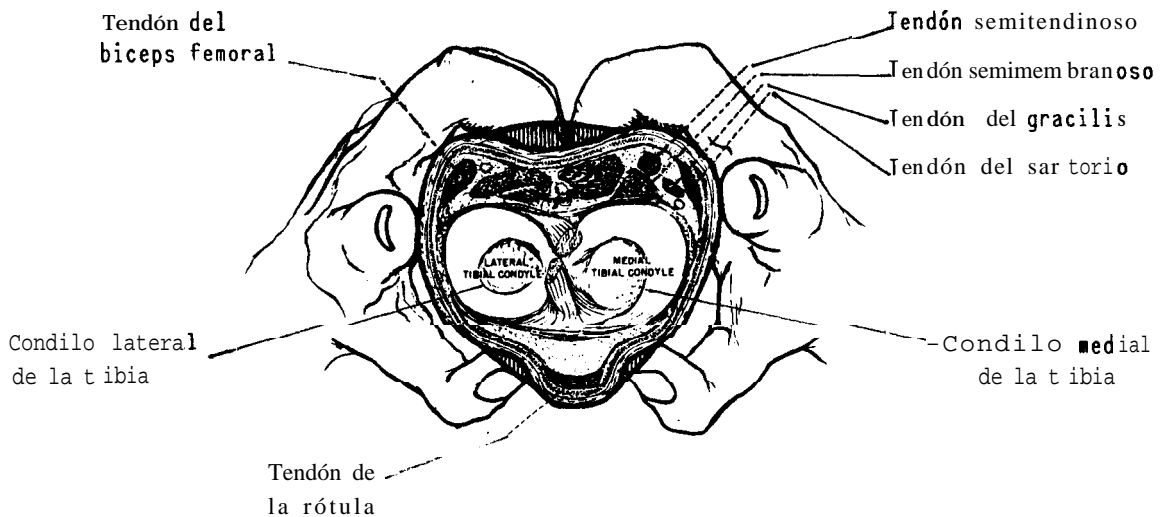


Figura 1

FORMULARIO DE INFORMACION PROTESICA

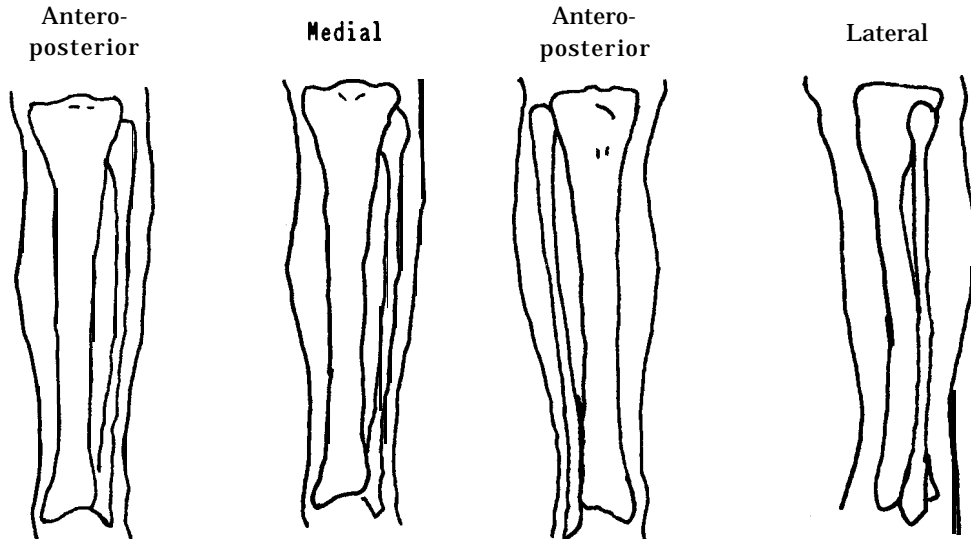
Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Altura \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Raza \_\_\_\_\_

Lado de amputación: Derecho \_\_\_\_\_ Izquierdo \_\_\_\_\_ Protésico \_\_\_\_\_

Descripción del muñón: Dibujar el muñón. Indicar el nivel de extremo distal de la tibia y peroné. Dibujar la posición de los detalles del muñón. Identificarlos por medio del siguiente código de letras:

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| A = Abrasión           | D = Decoloración            |
| H.A.= Herida adherente | E = Edema                   |
| F = Forúnculo          | S.P.= Sensible a la presión |
| c = Callo              | T.S.= Tejido supérfluo      |



Forma del muñón: Cilíndrica \_\_\_\_\_ Cónica \_\_\_\_\_ Bulbosa \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_

Presión distal  
Tolerancia: No útil \_\_\_\_\_ Util \_\_\_\_\_ Apoyo en extremo \_\_\_\_\_

Estado del muslo: Atrofiado \_\_\_\_\_ Intermedio \_\_\_\_\_ Musculado \_\_\_\_\_

Estado de articulación  
de la rodilla: a) Estabilidad: Medial-Lateral \_\_\_\_\_ **Antero-Post.** \_\_\_\_\_

b) Grado de movimiento \_\_\_\_\_

c) Rótula \_\_\_\_\_ d) Contractura \_\_\_\_\_

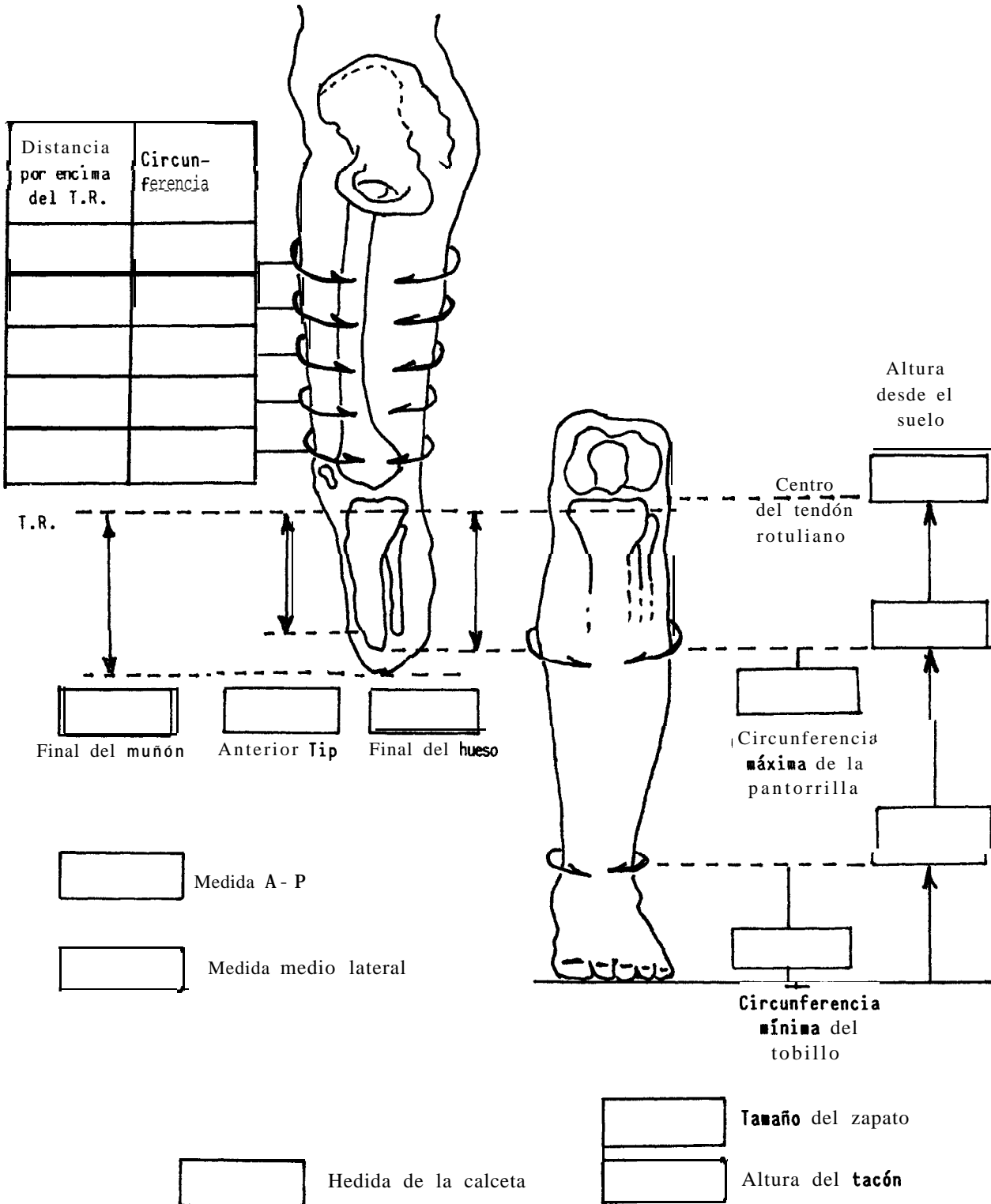
Dolor \_\_\_\_\_

MEDIDAS PROTESICAS POR DEBAJO DE LA RODILLA

Ayudas: ( ) Escayola del muñón.

( ) Dibujos: a) Lado normal - Vista anterior y lateral.

b) Lado amputado - Vista anterior.



### 3. Modificaciones de la escayola

Cuando el molde se ha endurecido, se extrae suavemente el muñón y se rellena con escayola para formar un molde positivo del muñón. Entonces se modifica la escayola quitando yeso en las áreas que toleran el peso, para incrementar el contacto, y agregando material para aliviar a las áreas sensibles a la presión (figura 2).

#### a. Eliminación de escayola

Como el área del tendón rotuliano y la parte medial de la tibia admiten bien la presión, se quita un mínimo de 1,3 cm. de la primera, y aproximadamente 0,6 cm. de la última. Otras áreas tolerantes a la presión, como el cuerpo del peroné, las superficies media y lateral de la cresta de la tibia y el espacio popliteo se raspan más cuidadosamente, sobre todo para conseguir la estabilidad a la rotación entre el muñón y el encaje.

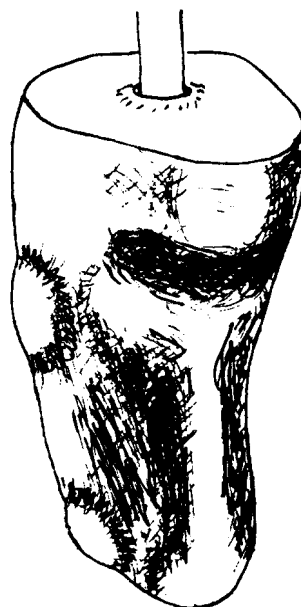


Figura 2

Escayola modificada

#### b. Añadido de escayola

La escayola se aumenta sobre las áreas típicamente sensibles, como la cabeza del peroné, el tubérculo tibial y la cresta y los extremos de la tibia y peroné. No se debe aumentar demasiado para que no llegue a perder el contacto total entre el encaje y el muñón.

Se añade también en la parte postero-proximal para obtener una curva suficiente y una forma apropiada en la parte posterior del encaje, para proteger el tejido popliteo y los tendones isquio-tibiales cuando la flexión de rodilla. Después se repasa bajando las formas.

#### 4. Fabricación del forro blando

El forro blando se moldea directamente sobre el molde modificado, con lo que se aumenta la comodidad en el uso de la prótesis. Durante muchos años los forros se hacían moldeando una piel fina sobre el molde y pegando tiras estrechas de 3 cm. de goma espuma (Kemblo) sobre la piel. Aunque en general se obtenían buenos resultados, el encaje blando tendía a deteriorarse cuando lo llevaban pacientes que sudaban excesivamente. Recientemente, se usan espumas de polietileno (Pelite) con buen resultado. Tienen más duración, son más higiénicas y se fabrican más fácilmente. Se hace un cono de material, se calienta hasta que sea moldeable y después se adapta sobre el molde.

#### 5. Laminación del encaje

El encaje de plástico, que está compuesto de unas calcetas de nylon y fieltro de dracón impregnado con resina de poliéster, y está laminado directamente sobre el forro de pelite blando y el molde modificado. Cuando se polimetiza la resina, se sacan el encaje y el forro blando.

Se recorta el plástico por delante, a nivel de mitad de la rótula y a ambos lados, a 1,5 cm. aproximadamente por encima del centro del tendón rotuliano. Por detrás, el centro del borde del encaje queda a 1,5 cm. por encima del punto medio del tendón rotuliano (figura 3). Este borde posterior puede descender un poco más en las esquinas postero-medial y postero-lateral, para dejar espacio a los tendones de los músculos isquio-tibiales cuando se sienta el paciente.

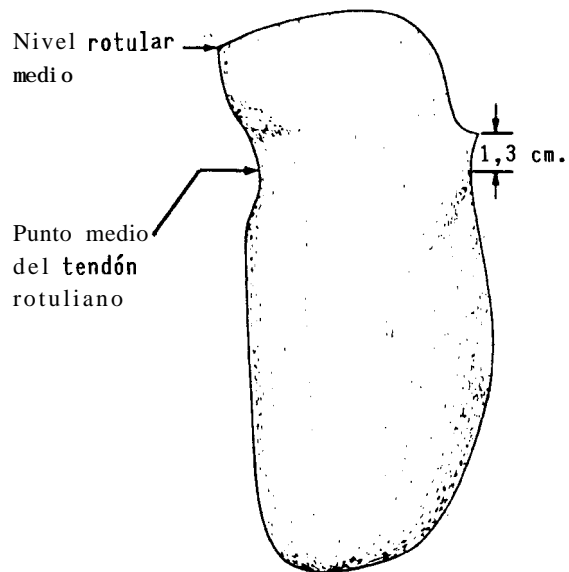


Figura 3

Encaje PTB

#### 6. Alineación en el banco

Cuando está construido el encaje, el protésico se ha de ocupar de

la alineación, que puede definirse como la relación geométrica entre el encaje y el pie. Para conseguir una perfecta alineación se usa la prótesis ajustable por debajo de la rodilla (figura 4), que permite la variación de estas relaciones de una forma rápida y fácil.

El proceso empieza con la alineación del encaje respecto al pie y pantorrilla ajustable. Estos componentes se sujetan los unos a los otros, de forma que:

- a. El encaje quede flexionado 5 grados aproximadamente.
- b. Una línea de plomada desde el centro del borde posterior cae aproximadamente a 1,5 cm. lateral al centro del talón ('figura 5).

- c. Una línea de plomada, desde el centro antero-posterior, caerá un poco por delante del borde anterior del talón del zapato (figura 6).

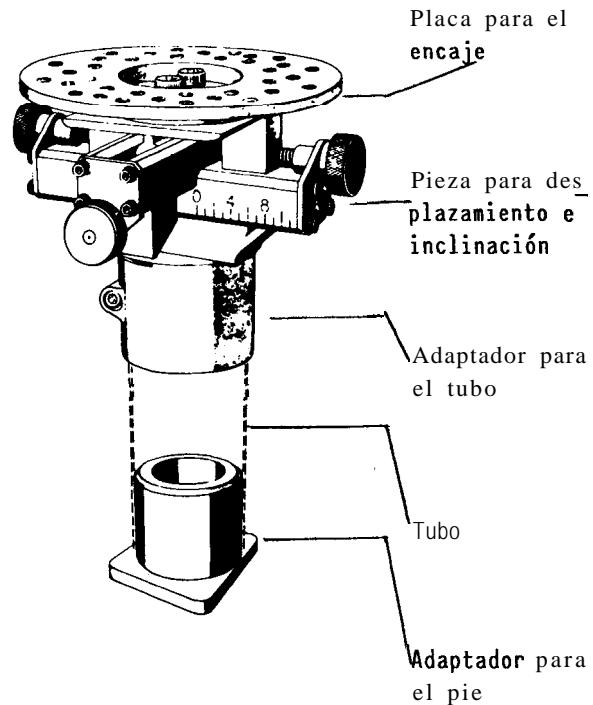


Figura 4

B/K Pierna ajustable

Figura 5

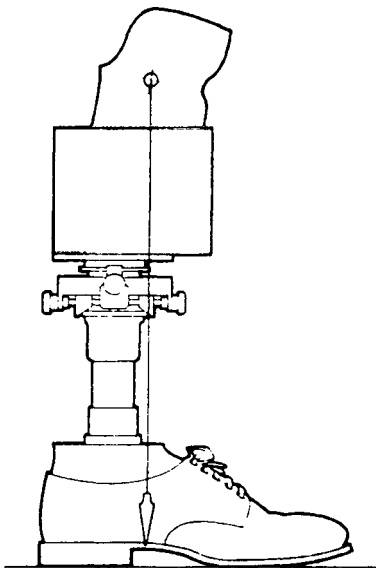
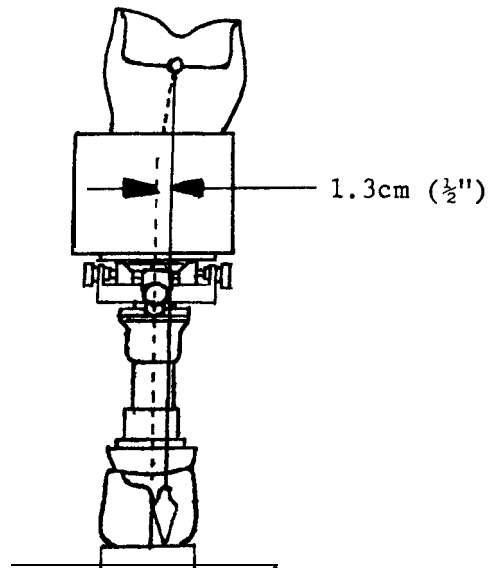


Figura 6



Alineación en el banco. Prótesis PTB.

## 7. Suspensión

Antes de que el protésico continúe la alineación, se debe colocar un sistema de suspensión. Bien adaptada, la suspensión mantiene un contacto perfecto con el encaje del muñón durante la fase de balanceo y de una forma cómoda para el paciente mientras anda y se sienta.

Esto se puede conseguir colocando una correa con una forma especial inmediatamente por encima de la rótula y seleccionando los puntos de sujeción mediales del encaje ligeramente posteriores al centro antero-posterior de la rodilla, para que la correa se tense con la extensión y se afloje con la flexión (figura 7).

## 8. Alineación estática y dinámica

El propósito de la alineación estática (es decir, estando parado), es revisar la fijación y comodidad del encaje, a la altura de la prótesis, y la alineación. La alineación dinámica (en la marcha) ayuda a estudiar la normalidad de la marcha, el consumo de energía y la adecuación de la suspensión. Por medio de la prótesis ajustable por debajo de la rodilla, se realizan rápidamente los ajustes que sean necesarios para una correcta alineación y se pueden comprobar sus ventajas.

Se debe recalcar que la alineación y distribución de presión en el encaje están relacionados entre sí y se afectan mutuamente. En ocasiones, hay que modificar los bordes del encaje, así como cambiar la alineación antes de conseguir un resultado óptimo.

Las características de la marcha, que son el punto más importante de la alineación, son las siguientes:

- a. El paciente **debe** estar cómodo cuando anda.

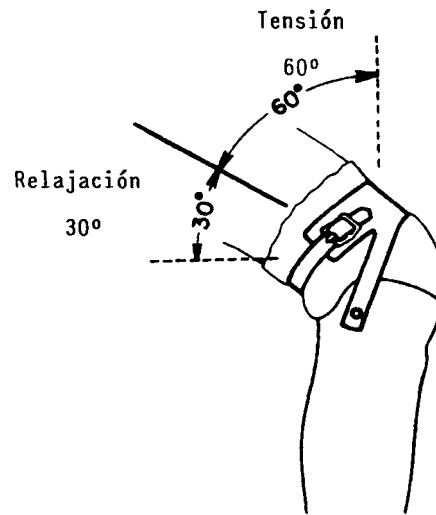


Figura 7

Correa de suspensión



- b. La base de la marcha debe ser estrecha, aproximadamente de 5 a 10 cm. entre los centros de los talones.
- c. La rodilla debe flexionarse de 10° a 15° inmediatamente después del apoyo del talón.
- d. El pie debe rotar de una forma suave y rápidamente, hasta el contacto total de la planta con el suelo.
- e. Cuando el paciente apoya sobre el pie, el encaje no debe separarse del muñón en el reborde lateral, ni debe aumentar excesivamente la presión en el borde medial.
- f. La rodilla debe extenderse cuando se traslada el peso del cuerpo sobre el pie y debe flexionarse de nuevo antes del despegue del suelo.
- g. La fase de balanceo debe tener una apariencia natural, con muy poca o ninguna acción de pistón entre el encaje y el muñón.
- h. La punta del pie no debe rozar con el suelo durante la fase de balanceo.

#### **9. Duplicación de la alineación**

Para conseguir que la prótesis, una vez terminada, tenga la misma alineación que durante la fase de prueba, el protésico emplea el aparato de duplicación de la alineación, que es esencialmente una serie de abrazaderas que mantienen los componentes en la relación angular correcta, mientras se sustituyen las piezas ajustables por la pieza de madera de unión del encaje con el pie.

#### **10. Forma y laminado final**

La prótesis, una vez terminada, debe parecerse lo más posible en forma y color a la pierna natural. Quitando material en algunas áreas y añadiendo en otras, se puede conseguir la forma y peso correctos. Después se termina la prótesis cubriendo toda la prótesis con tejido de nylon impregnado de resina de poliéster que se lamina sobre la prótesis.

### Variantes de la prótesis PTB

Se han descrito y explicado algunas variantes de la prótesis PTB en el capítulo titulado **\*'Componentes y Prótesis por debajo de la rodilla'**. Entre ellas, el encaje duro, el de cámara de aire, así como los sistemas de suspensión supracondilea, supracondilea-suprarrotuliana y el corselete de muslo. Fundamentalmente? estas variantes están basadas en las mismas relaciones anatómicas y biomecánicas que la prótesis PTB, y las diferencias no afectan a los principios fundamentales, sino que se trata de pequeños cambios en la fabricación y en adiciones a la prótesis básica.

#### **1. Encaje duro y encaje con cámara de aire**

Aunque ninguno de estos encajes tiene forro blando, las modificaciones de la escayola deben ser más ligeras, rectificando menos el yeso. Además, el modelo de cámara de aire necesita que se hagan menos laminados para la funda interior elástica y la cámara de aire debajo de ella. El no tener el forro blando hace que las modificaciones del encaje sean más difíciles. Estos encajes no se deben usar en amputados recientes, cuyos muñones puedan cambiar rápidamente de tamaño.

#### **2. Suspensión supracondilea y supracondilea-suprarrotuliana**

Si las paredes medias y laterales del encaje deben cubrir los epicondilos femorales, al hacer el molde del muñón debe cubrir también estas áreas, teniendo cuidado de que queden bien moldeadas. Estas formas de encaje son útiles especialmente para ayudar a la estabilidad mediolateral en pacientes con musculatura débil, o cuyas actividades produzcan una tensión excesiva en la articulación de la rodilla.

#### **3. Suspensión con corselete de muslo**

El corselete de muslo está sujeto al encaje por barras laterales de metal, con un eje sencillo en la articulación de la rodilla, consigue una mayor estabilidad mediolateral del encaje y una mayor sujeción del muñón, al tiempo que descarga parte del peso del cuerpo. Los bordes del encaje quedan más bajos en la prótesis con corselete de muslo que en la PTB, para que no interfieran con el corselete o con las articulaciones metálicas.

A causa de la imposibilidad de hacer coincidir el eje mecánico de la articulación y la articulación anatómica que es policéntrica, se produce un movimiento relativo entre la prótesis y el muñón cuando la rodilla se flexiona completamente. El problema del protésico es conseguir una buena posición del eje mecánico de la articulación y de esta forma se disminuye la acción de pistón durante la marcha y la incomodidad al sentarse. Esto se consigue poniendo el eje mecánico ligeramente más encima del eje anatómico de la articulación, con lo que al sentarse se sale poco el muñón del encaje y queda más cómodo. La ligera acción de pistón, que con ello se produce, no tiene importancia.