



**PROCESO DE ELABORACION DE DISPOSITIVOS  
ORTOPEDICOS PARA LA MARCHA  
ORTESIS RODILLA TOBILLO PIE Y PROTESIS BILATERAL  
TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA KBM.**

**TRABAJO DE GRADUACION  
ELABORADO PARA LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS.**



**PARA OPTAR AL GRADO DE.  
TECNICO EN ORTESIS Y PROTESIS**

**POR:  
GIBRAN JESUS GUZMAN GOMEZ**

**DICIEMBRE DEL 2006.  
SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

# **UNIVERSIDAD DON BOSCO**

## **RECTOR**

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

## **SECRETARIO GENERAL**

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA

## **DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIO TECNOLOGICOS**

ING. YESENIA XIOMARA MARTINEZ OVIEDO

## **ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION**

TEC. SIMON DURAN PACHECO

## **JURADO EXAMINADOR**

TEC. MONICA GISELA CASTANEDA

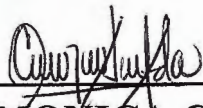
TEC. WALTER FLORES

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**

**JURADO EVALUADOR DE TRABAJO DE GRADUACION**

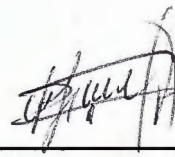
**PROCESO DE ELABORACION DE DISPOSITIVOS**  
**ORTOPEDICOS PARA LA MARCHA**

**ORTESIS RODILLA TOBILLO PIE Y PROTESIS TRANSTIBIALES**  
**BILATERALES ENDOESQUELETICAS KBM.**



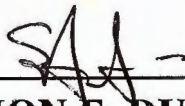
---

**TEC. MONICA CASTANEDA**  
**JURADO**



---

**TEC. WALTER FLORES**  
**JURADO**



---

**TEC. SIMON E. DURAN PACHECO**  
**ASESOR**

## ÍNDICE

### **CAPÍTULO 1: HISTORIA CLÍNICA (CASO1)**

1.1 Datos Personales	1
1.2 Motivo de la consulta	1
1.3 Presente enfermedad	1
1.3.1 Antecedentes personales	2
1.3.2 Antecedentes familiares	2
1.3.3 Estudio socioeconómico	2
1.4 Examen físico	2
1.4.1 Inspección general.	2
1.4.2 Medición de miembros inferiores	3
1.5 Valoración muscular y rango de movimiento	3
1.6 Atrofia.	4
1.7 Tratamientos recibidos.	4
1.8 Diagnóstico.	4
1.9 Tratamiento ortésico	4

### **CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO**

2.1 Biomecánica general diseño y fabricación	5
2.2 Anatomía de las articulaciones de MI.	5
2.2.1 La articulación de la rodilla	5
2.2.2 Articulación de tobillo	6
2.2.3 Dirección de la locomoción	6
2.2.4 La articulación subastragalina	7
2.2.5 Diseño en los distintos planos	7
2.2.6 La Articulación de la rodilla en el plano sagital y frontal	8
2.2.7 La articulación del tobillo en el plano frontal y sagital.	9
2.2.8 Tabla de resumen general de construcción estándar	10
2.3 Biomecánica de las ortesis.	11
2.3.1 Ortesis de construcción de genu valgo	12
2.4 La poliomielitis	13
2.4.1 Definición	13
2.4.2 Generalidades	13
2.4.3 Clasificación	13
2.4.4 Diagnóstico.	15

2.4.5 Tratamiento	15
2.4.6 Prevención	16
2.5 Pospoliomielitis	17
2.5.1 Factores de riesgo	18
2.5.2 Diagnóstico	19
2.5.3 Tratamiento	20
2.5.4 Prevención	21
2.5.5 Investigaciones actuales	21
2.5.6 Artritis psoriasica	21
<b>CAPÍTULO 3: ELABORACION DE ORTESIS DE RODILLA, TOBILLO Y PIE</b>	
3.1 Elaboración del molde negativo	23
3.1.1 Toma de medidas	23
3.1.2 Conformación del molde negativo	23
3.2 Elaboración del molde positivo	25
3.3 Ubicación del eje mecánico de la articulación de la rodilla	25
3.4 Termoconformado	26
3.5 Conformado de la barras articuladas	26
3.5.1 Paralelismo del eje mecánico articular de rodilla	27
3.6 Corte de la ortesis	27
3.7 Compensación de la altura	27
3.8. Prueba de la ortesis	28
3.9 Acabado final	28
3.10 Entrega	28
3.11 Recomendaciones	29
<b>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE COSTOS</b>	
4.1 Economía de una unidad	30
4.1.1 Costos de materia prima	30
4.1.2 Costos de mano de obra	30
<b>CAPÍTULO 5: HISTORIA CLÍNICA</b>	
5.1 Datos Personales	31
5.2 Motivo de la consulta	31
5.3 Presente enfermedad	31
5.3.1 Antecedentes personales	32
5.3.2 Antecedentes familiares	32
5.3.3 Estudio socioeconómico	32

5.4 Examen físico	32
5.4.1 Inspección general.	32
5.4.2 Muñón	33
5.4.3 Palpación	33
5.4.4 Percusión	34
5.5 Valoración muscular y rango de movimiento	34
5.6 Diagnóstico	34
5.7 Tratamiento protésico	34

## **CAPÍTULO 6: MARCO TEORICO**

6.1 Amputaciones transtibiales	35
6.1.1 Introducción	35
6.1.2 Indicaciones	35
6.1.3 Técnicas quirúrgicas	36
6.1.4 Amputaciones traumáticas	36
6.2 Protésica transtibial	39
6.2.1 Condiciones a las que esta sujeta la prótesis	39
6.2.1.1 Las condiciones fisiológicas	40
6.2.1.2 Condiciones biomecánicas	40
6.2.1.3 Condiciones mecánicas	41
6.2.2 Principios o criterios de construcción de prótesis	42
6.2.3 Biomecánica de una protésica transtibial	42
6.2.4 Biomecánica del alojamiento del muñón	44
6.2.5 Biomecánica de la construcción de la prótesis	47
6.2.5.1 Estática	47
6.2.5.2 Construcción cinética de la prótesis	48
6.2.3 Alineación de la cuenca	49
6.2.3.1 Criterios individuales de alineación de la cuenca	49
6.2.3.2 Alineación dinámica ce los componentes	51
6.2.3.3 Alineación de los componentes prostéticos	52
6.2.3.4. Proyección de las cuatro verticales	53
6.2.4 Sistemas de suspensión	55
6.2.4.1 Prótesis PTB	55
6.2.4.2 Prótesis KBM	56
6.2.4.3 Prótesis PTS	57

6.2.4.4 Prótesis PTK	58
----------------------	----

## **CAPÍTULO 7: ELABORACION DE LA PROTESIS**

7.1 fabricación del molde negativo de yeso	60
7.2 Recepción del usuario, inspeccionen ambos muñones	60
7.3 Toma de medidas	60
7.4 Toma de medidas enyesada	60
7.5 Fabricación del molde positivo	64
7.5.1 Vaciado del molde negativo	64
7.6 Cuenca de prueba	64
7.6.1 Fabricación de la cuenca de prueba	64
7.7 Fabricación de la cuenca suave	65
7.7.1 Pasos generales	65
7.8 Fabricación de la cuenca de resina	66
7.9 Alineación de banco	67
7.10 Alineación estática	69
7.11 Alineación dinámica	69
7.12 Acabado final	70
7.13 Recomendaciones	71

## **CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DE COSTOS**

8.1 Materia prima	72
8.2 Costo de mano de obra	72

## **CAPÍTULO 9: ANEXOS**

9.1 Objetivos generales en amputados transtibiales	73
9.2 Procedimientos clínicos en prótesis y ortésica	74
9.2.1 Examen previo a la prescripción	75
9.2.2 Prescripción	75
9.2.3 Tratamiento previo a la colocación	77
9.2.4 Fabricación protésico ortésica	77
9.2.5 Prueba inicial	77
9.2.6 Adiestramiento protesio-ortésico	78
9.2.7 Prueba final	78
9.2.8 Mantenimiento	79
9.2.9 Otras consideraciones	80
9.2.9.1 Administración clínica o coordinación	80

9.2.9.2 Instalaciones	80
9.2.9.3 Interacción entre los miembros de la clínica	81
9.2.9.4 Efectos psicológicos sobre los pacientes	81
9.3 Aspectos psicológicos de una amputación	82
9.4 Amputación bilateral con prótesis	83
6.2.5.1 Capacidades funcionales en amputados bilaterales	85
GLOSARIO	86
BIBLIOGRAFÍA	90



## **Agradecimientos**

Quiero agradecer primero que nada a Dios, que es la principal motivo por el cual tengo el privilegio de gozar de lo que tengo, de realizar lo que realizo y conocer a tantas buenas personas que dejan huella en mi.

En segundo lugar agradezco a mi familia, a mis padres que me dieron la oportunidad de seguir adelante y dejarme una herramienta más en la vida para poder realizarme como buen ser humano que es el trabajo. A mis familiares que siempre estuvieron conmigo junto con mi hermana, siempre fueron un apoyo bastante grande y otro motivo para seguir adelante.

Agradezco inmensamente a los docentes quienes fueron parte importante en mi carrera ya que compartieron y trataron de darnos a conocer su conocimiento sin fronteras.

A mi linda novia, con quién compartí el mayor tiempo de mi estancia aquí que pasamos buenos y malos momentos cada uno superado de la mejor manera y quién me daba su apoyo incondicional.

A mis compañeros extranjeros con los que viví los 3 años y demás compañeros, así como las buenas amistades salvadoreñas, realmente fue una etapa excelente donde compartimos muchas cosas disfrutamos otras así como a la vez discutimos en su momento, pero que dentro de todo esto nos apoyamos siempre en las buenas y malas circunstancias por las que pasamos cualquiera de nosotros.

Y claro que sí a mis cuates mexicanos: Moto, Natalia, Calaco, Iván, Castro, Roy, Mary, Irina etc. que siempre estuvieron pendientes de mí y disfrutábamos los cortos tiempos que nos veíamos.

## **Objetivos**

### Objetivo General:

- Registrar de manera formal y detallada el trabajo realizado de graduación, plasmando lo aprendido durante la carrera lo mejor posible.

### Objetivo Específico:

- Reportar los logros obtenidos en cada uno de los casos para concluir como un buen trabajo realizado.
- Elaboración de una ortésis funcional y adecuada de rodilla tobillo pie, para usuario con secuela de polio
- Elaborar tratamiento protésico adecuado para amputado bilateral transtibial.

## **Alcances Y Limitaciones**

### **Caso KAFO**

#### Alcances:

- Se logró estabilizar al usuario mediolateralmente en sus articulaciones de rodilla y tobillo.
- Controlamos el valgo de rodilla izquierda de tal manera que alinea correctamente.
- Prevenimos el genurecurvatum de la extremidad izquierda por medio del boqueo articular para la hiper-extensión y por las paredes posteriores no muy abiertas.
- El equilibrio en la bipedestación definitivamente es mejor.
- Se logró también una buena adaptación, de tal manera que la ortesis no le causara molestia alguna.

#### Limitaciones:

Sin limitaciones.

### **Caso Prótesis Transtibiales**

#### Alcances:

- Restablecer la imagen corporal
- Mejorar el aspecto psicológico del usuario (motivación), al incorporarlo nuevamente a sus actividades de la vida diaria.
- Dar un mayor estabilidad y equilibrio al usuario, teniendo en cuenta el contacto total, que le crea seguridad y bajando su centro de gravedad.
- Mejor adaptación comparada con las prótesis pasadas usando el sistema de contacto total.
- Un buen cuidado y manejo del muñón izquierdo que presentaba injerto en la parte distal.
- Se logró obtener una marcha bastante fluida y coordinada.

#### Limitaciones:

- Recurso económico para uso de liner de silicón con sistema de pin.

## **Introducción**

Este documento es el resultado de parte del conocimiento obtenido a lo largo de 3 años de carrera de Técnico en Ortesis y Prótesis formando así el trabajo teórico de graduación.

Como veremos éste trabajo de graduación resume con fundamentos teóricos el logro y los objetivos de dos casos distintos, como lo son la fabricación de una ortesis de rodilla tobillo y pie para un usuario con secuela de polio y la elaboración de prótesis modulares para amputado bilateral transtibial.

En ambos casos veremos la investigación clínica de dichos usuarios así como las bases sustentables (estudios realizados) que sirven para fabricación de los aparatos, el proceso continuo que se realizó, con algunas técnicas y con un criterio propio analizado y por último un análisis de costos, ya que como trabajo de graduación, es importante hacer notar el área administrativa o económica de tal manera que se realiza dicho análisis de costos de ambos aparatos de acuerdo al mercado de México en éste caso.

## **1. HISTORIA CLINICA**

### **1.1 DATOS PERSONALES**

Nombre: Juan Adeliz Morales Muñoz

Sexo: masculino

Edad: 46 años

Estado civil: acompañado

Escolaridad: bachiller

Ocupación: Archivista

Origen: Salvadoreño

Domicilio: Sexta Av. Norte # 32 Barrio Santuario, San Vicente , El Salvador.

Teléfono: (casa) 23933447, (Trabajo) 23993630

### **1.2 MOTIVO DE LA CONSULTA:**

Elaboración de ortésis rodilla tobillo pie.

### **1.3 PRESENTE ENFERMEDAD**

Usuario masculino de 46 años de edad, el cual refiere que en febrero de 1973, cuando regresaba de una caminata al cerro a los 13 años de edad, el usuario comenta que al regresar sentía los músculos calientes se bañó en un río durante 5 horas dentro del agua fría, Comenzó a sentir fatiga de los músculos de la extremidad superior e inferior, al día siguiente para ir a la escuela y notó que estaba perdiendo fuerza en las extremidades superiores e inferiores por la tarde de ese mismo día se caía, ya no podía caminar, su sensibilidad era normal. Al día siguiente solo logró pararse entonces, lo trasladaron al hospital Rosales donde le diagnosticaron poliomiélitis después de 3 meses de ingresado comenzó con la rehabilitación en el ISRI donde estuvo un año, posteriormente comenzó a caminar con muletas ya que recuperó que ganó fuerza en los brazos.

Padece de psoriasis.

### **1.3.1 Antecedentes personales:**

Poliomielitis a los 13 años de edad.

Psoriasis a los 34 años.

### **1.3.2 Antecedentes familiares.**

No contributorios.

### **1.3.3 Estudio socioeconómico**

El usuario vive en San Martín del departamento de Santa Ana. Su casa cuenta con servicios indispensables como: luz, agua, gas y teléfono. Su grupo familiar se compone de cuatro personas, dos hijos y su compañera de vida. El usuario presta sus servicios como archivista para una empresa.

## **1.4 Examen físico**

### **1.4.1 Inspección general**

Usuario conciente, tranquilo, bien orientado en tiempo, espacio y persona, de edad aparente igual a la cronológica y cooperador al interrogatorio.

Cabeza: Normo céfalo,

Cuello: Forma y volumen normal, con movilidad completa en todos sus movimientos.

Miembros superiores: Zonas de artritis psoriasica en articulaciones de codo, manos y región interdigital.

Tórax: Forma y volumen normal.

Abdomen: Se aprecian zonas extensas de psoriasis.

Miembros pélvicos: Manchas psoriásicas sobre las pantorrillas y el muslo parte anterior y pies.

Marcha en stepage.

Thomas Negativo

Galeazzi Positivo Tibia izquierda reducida

Valgo de rodilla izquierda 16°

Valgo de rodilla derecha 12°

### 1.4.2 medición de miembros inferiores

La medición se realizó desde la espina iliaca antero superior hasta el borde inferior del maleolo interno. Esto dio como resultado una discrepancia de 1.5cm del miembro inferior izquierdo, con respecto al contralateral.

Longitud de miembros Inferiores

MII: 93cm.

MID: 94.5cm.

Disimetría 1.5cm.



### 1.5 Valoración muscular y rango de movimiento

	FUERZA	ARCO DE MOVIMIENTO	MÚSCULOS	FUERZA	ARCO DE MOVIMIENTO
<b>CADERA</b>	5	Completa	Flexores	5	Completa
	5	Completa	Extensores	5	Completa
	5	Completa	Aductores	5	Completa
	5	Completa	Abductores	5	Completa
<b>RODILLA</b>	4	Completa	Flexores	5	Completa
	4	Completa	Extensores	5	Completa
	5	Completa	Rotación Externa	5	Completa
	5	Completa	Rotación Interna	5	Completa
<b>TOBILLO</b>	1	Completa	Flexión plantar	1	Completa
	0	Incompleta	Flexión dorsal	1	Incompleta
<b>Extremidad derecha</b>			<b>Extremidad izquierda</b>		

## 1.6 Atrofia

<b>CIRCUNFERENCIAS</b>	<b>MII</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>MID</b>
<b>PRIMERA (MUSLO)</b>	61	18cm. Sobre la línea interarticular de rodilla	63
<b>SEGUNDA (MUSLO)</b>	42	10cm. Sobre línea interarticular de rodilla.	46
<b>TERCERA (PIERNA)</b>	31	Parte más prominente de los maleolos	32.5
<b>CUARTO (PIERNA)</b>	26	Por encima de los maleolos.	26

## 1.7 Tratamientos recibidos

Un año de fisioterapia, en el ISRI en febrero de 1973.

## 1.8 Diagnóstico:

- Secuela de poliomielitis

## 1.9 Tratamiento ortésico:

KAFO en termoplástico (polipropileno de 6mm) con las siguientes características:

- Corrector de valgo de rodilla.
- Articulación libre de rodilla.
- Compensación de 1.5cm.
- Prevenir recurvatum.
- Articulación de tobillo bloqueada.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Biomecánica General - Diseño y Fabricación**

El diseño y la adaptación de una ortesis ejercen influencia una sobre la otra, que sin embargo se conceptualizarán separadamente para diferenciarlos.

El diseño se ocupa tanto de la posición de las piezas, unas con respecto a otras, como también respecto a un sistema de referencia tridimensional, el cual puede representarse de una forma simplificada como líneas de fuerza o perpendiculares.

La adaptación por el contrario se refiere al ajuste de las piezas de la ortesis a las características anatómicas, en especial a las prominencias óseas, partes blandas, bordes blandos eventuales, etc.

Los objetivos de un buen diseño y una buena adaptación son:

- ↻ Contacto estático - dinámico correcto entre el zapato y el piso.
- ↻ Congruencia amplia entre los ejes anatómicos y mecánicos.
- ↻ Ordenamiento horizontal del eje.
- ↻ Conformidad de forma y contorno de las estructuras ortéticas y anatómicas.

### **2.2 Anatomía de la Articulación Bajo los Criterios de la Ortética**

#### **2.2.1 LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA**

La articulación de la rodilla es una articulación policéntrica. Ella ejecuta no sólo rotación, sino también movimientos de traslación. De manera que el fémur no sólo rota alrededor de la tibia sino también lleva a cabo un desplazamiento anterior mientras se flexiona el muslo.

Adicionalmente hay rotación alrededor del eje vertical: el fémur rota durante la flexión en 10° externo, en la extensión sucede lo contrario, 10° interno.

En la última fase de la extensión se presenta la rotación final. Aquí se llega a una rotación externa de la antepierna de unos  $5^{\circ}$ . El efecto es comparable con un cierre de bayoneta o a un "enroscamiento" de las partes articulares. Esta acción estabiliza la articulación al momento de la extensión.

### 2.2.2. LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO

Dependiendo del grado de torsión tibial natural que en cada persona es diferente, el eje del tobillo puede estar rotado externamente hasta  $30^{\circ}$  respecto al eje de la rodilla.

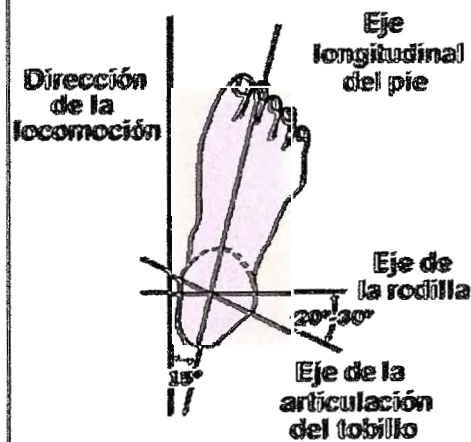
La torsión de la tibia es un proceso que se desarrolla desde unos  $2^{\circ}$  en recién nacidos hasta  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  permanentes en un lapso de aproximadamente 7 años.

Este desarrollo coloca a la articulación del tobillo en la mejor posición para la marcha, considerando el desplazamiento lateral del centro de gravedad hacia la respectiva pierna de apoyo.

### 2.2.3. LA DIRECCIÓN DE LA LOCOMOCIÓN

La dirección de la locomoción se representa por medio de una línea recta, sin embargo, el centro de gravedad del cuerpo se mueve en forma sinoidal o de ondas, de un lado hacia el otro de esta línea.

El eje del tobillo rota hacia afuera y no está perpendicular a la dirección de la locomoción. Más bien se le encuentra casi perpendicular respecto a la desviación lateral del centro de gravedad del cuerpo. Esto permite a la pierna, que rota sobre la articulación del tobillo, realizar una secuencia de movimientos en dirección de la aceleración del centro de gravedad, entre el choque de talón y la fase media de apoyo.



Dirección de los ejes

#### 2.2.4. LA ARTICULACIÓN SUBASTRAGALINA

- ✎ La articulación subastragalina tiene las funciones importantes siguientes:
- ✎ En posición de pie, permite el desplazamiento medio-lateral del centro de gravedad del cuerpo, en el cual el talón y la planta del pie permanecen en constante contacto con el suelo.
- ✎ Permite al pie adaptarse a un suelo desigual.
- ✎ Durante la marcha regula la tensión de la aponeurosis plantar, mientras el peso del cuerpo se desplaza hacia adelante, desde la zona del talón.
- ✎ Sirve de amortiguación.
- ✎ Al flexionar la rodilla, por ejemplo en posición de cuclillas, ayuda a compensar las diferentes orientaciones de los ejes de la rodilla y del tobillo.

#### 2.2.5. DISEÑO EN LOS DISTINTOS PLANOS

El diseño se realiza, como ya se mencionó, en un sistema de referencia de tres dimensiones que puede representarse en forma simplificada como la proyección de una línea de carga predeterminada en forma de perpendiculares anterior, una posterior y lateral del cuerpo.

En el sector especializado alemán, las perpendiculares tienen su punto de origen desde del centro de la articulación de la cadera y baja perpendicularmente hacia la superficie de apoyo. Ya se ha descrito lo difícil que resulta encontrar el centro articular de la cadera, por lo que se permite partir de la perpendicular que en posición relajada normal:

- En la vista frontal, atraviesa el centro de las articulaciones de rodilla y tobillo.
- En la vista posterior, atraviesa el centro de la fosa poplíteica y el tendón de Aquiles.
- En la vista lateral, se origina en la cavidad axilar, corta el trocánter mayor, corta la articulación de la rodilla en aproximadamente la línea límite entre

los dos tercios anteriores y un tercio posterior, siguiendo hacia abajo pasando justamente antes del maléolo externo, perpendicular a la superficie de apoyo.

Normalmente, los ejes de flexión-extensión de las articulaciones del tobillo de la rodilla y la cadera se encuentran perpendiculares a la línea de referencia o paralelos al suelo. La línea de referencia de construcción, la perpendicular o la supuesta línea de carga estática siempre se encuentra perpendicular al suelo. El diseño de la ortesis toma como referencia esta línea y no solamente a la deformidad de la pierna. Consecuentemente el pie debe asentar de forma plana y homogénea en el suelo (teniendo en cuenta la altura de tacón).

La disposición de las articulaciones de la cadera, de la rodilla y del tobillo en el plano sagital, debe orientarse respecto a la perpendicular sagital. Esta disposición tiene determinados efectos específicos (y eventualmente secundarios) sobre los desplazamientos anterior y posterior así como sobre torsiones eventuales entre articulaciones.

#### 2.2.6. LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA EN EL PLANO FRONTAL Y SAGITAL.

La articulación de la rodilla es una articulación policéntrica mientras que casi todas las articulaciones ortéticas son monocéntricas. Sólo algunas articulaciones de construcciones nuevas toman en cuenta, a través de diferentes mecanismos la rotación entre fémur y tibia. Para articulaciones bloqueadas la posición de la articulación carece de importancia para la marcha pero no al momento de sentarse.

El ajuste exacto es sumamente necesario en la flexión (en posición sentada 80°-100° de flexión de rodilla) para minimizar los movimientos relativos entre pierna y ortésis.

El punto de rotación de la articulación de la rodilla se encuentra a nivel A-P 60% anterior 40% posterior a nivel de la articulación de la rodilla. La ubicación adoptada hasta hoy de 2/3 anterior 1/3 posterior de la articulación es permitida.

En cuanto a altura, queda para el adulto, a aproximadamente 20Mm. Proximal de la interlínea articular.

Una articulación monocéntrica debe de ser ubicada congruentemente respecto a este punto de compromiso de rotación.

Desplazamiento posterior de la articulación trae consigo efectos de asegurar la articulación en su extensión a través de la incongruencia articular y alejando de la resultante del centro de gravedad del cuerpo.

#### 2.2.7. LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO EN EL PLANO FRONTAL Y SAGITAL

Para efectos de su ubicación anatómica, la articulación de tobillo debería situarse lateralmente más distal y medialmente más proximal. Esto corresponde a su trayectoria inclinada. En Alemania se permite al Técnico Ortopédico simplificar y suponer una horizontal para ubicar la articulación a una altura de compromiso. Esta altura corresponde al borde inferior del Maléolo medial (interno). El maléolo interno se encuentra usualmente 1.5-2.5cm anterior al Maléolo lateral (externo). Esto es ocasionado por la torsión tibial y condiciona la rotación externa de 20°-30° del eje de la articulación del tobillo. Si se desea congruencia entre la articulación anatómica y la dirección de locomoción con la articulación mecánica del tobillo, debe colocarse esta articulación rotada respecto al eje de la rodilla. La congruencia de dos articulaciones (como por ejemplo bisagras de puertas) realmente es valedera en este caso. Pero la comparación es válida entre articulaciones anatómicas y mecánicas de la misma articulación y no entre distinto niveles articulares como a menudo se afirma erróneamente. Las articulaciones de tobillo y rodilla no flexionan al mismo tiempo durante el ciclo de marcha.

Un error frecuente es confundir la desviación externa del pie con la posición del eje del tobillo. La rotación del pie es la posición angular entre la línea de dirección de locomoción y el eje longitudinal del pie. Esta oscila en promedio entre 10° y 15° y depende de muchos factores como: torsión de la tibia, rotación de rodilla, de cadera, inversión-eversión de la articulación subastragalina, abducción y aducción del antepié. La articulación del tobillo está rotada más externamente con respecto a la desviación lateral del pie.

### 3.4.1 Tabla del Resumen General de Construcción Estándar

<b>Articulación</b>	<b>Plano Frontal</b>	<b>Plano Sagital</b>	<b>Plano Transversal</b>
<b>Cadera</b>	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: 25mm. Arriba del ápex del trocánter A-P: Ubicación del punto de salida: Por plomada o línea de Roser Nelaton.	Paralelo al plano frontal
<b>Rodilla</b>	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: 20mm. Arriba de la interlínea articular. A-P: 60% anterior 40% posterior.	Paralelo al plano frontal.
<b>Tobillo</b>	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: Borde inferior del maléolo interno. A-P: de orientación medial y lateral, cerca de las convexidades de los tobillos.	Rotación hacia afuera, dependiendo del ángulo de rotación externa de la torsión tibial (línea trans-maléolos)
<b>Metatarso Falángica</b>	Horizontal y paralelo al suelo	Medial: hasta 15mm posterior a la articulación metatarso falángica I. Lateral: justo anterior a la articulación metatarso falángica V.	Paralelo al eje de la articulación de rodilla

### 2.3. Biomecánica de las ortésis

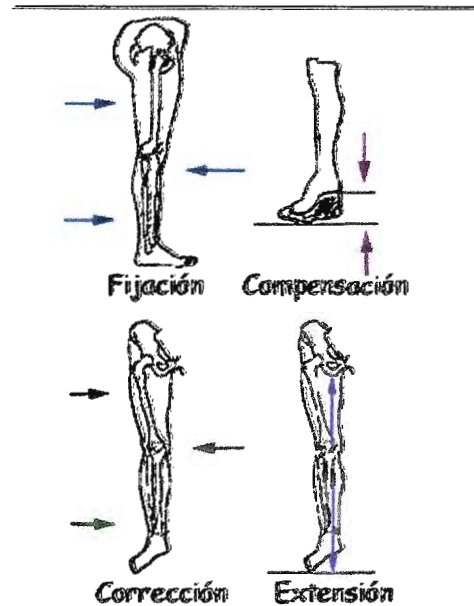
Para las extremidades inferiores las denominamos de acuerdo a su función como:

- ↻ Ortesis de descarga.
- ↻ Ortesis de fijación
- ↻ Férulas de corrección.
- ↻ Férulas de compensación.
- ↻ Plantillas ortopédicas.

Sus funciones biomecánicas son:

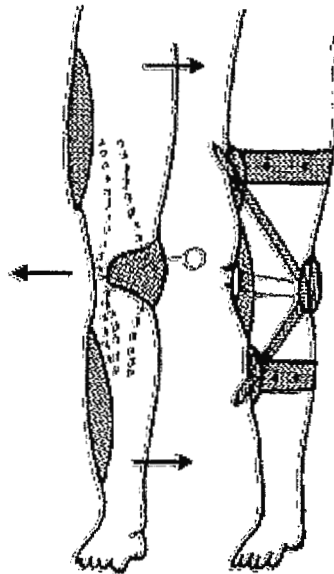
- ↻ **Fijación:** para guiar, bloquear y mantener.
- ↻ **Corrección:** para enderezar, mejorar, post-correr.
- ↻ **Compensación:** equiparar longitud y volumen en las tres dimensiones.
- ↻ **Extensión:** descargar, aplicar fuerza bajo tracción.

Funciones biomecánicas  
de las ortesis



### 2.3.1. Ortésis de corrección de Genu Valgo

El principio de corrección consiste en un sistema de 3 vectores de fuerza, dos contenciones y una correctora, como se muestra en la siguiente imagen donde la fuerza correctora se encuentra a nivel de la rodilla medialmente, hacia donde se dirige la desviación.



**Ejemplo de aplicación para Ortesis correctivas de pierna  
Desviación de la rodilla hacia medial (valgo)**



## 2.4 La Poliomiелitis

### 2.4.1 DEFINICIÓN:

- La poliomiелitis es una enfermedad muy contagiosa causada por tres tipos de poliovirus. El poliovirus es un virus reconocido principalmente por destruir el sistema nervioso causando parálisis. Sin embargo, la mayoría de personas infectadas con polio, no tienen síntomas y algunas tienen síntomas leves. Desde la llegada de la vacuna contra la polio durante los primeros años de la década de 1950, las infecciones por el poliovirus han sido casi erradicadas. En países pobres, subdesarrollados y que no tienen acceso a la vacuna, la polio todavía es una preocupación principalmente para bebés y niños pequeños.

### 2.4.2. GENERALIDADES:

La transmisión del poliovirus se produce más frecuentemente por la vía fecal oral. Usualmente ocurre debido al lavado de manos inadecuado o por el consumo de alimentos o agua contaminados. Las secreciones respiratorias también diseminan el poliovirus. Las personas infectadas con el virus pueden excretarlos en sus heces durante varias semanas. Los individuos son más contagiosos inmediatamente antes de que aparezcan los síntomas y poco

Las infecciones por poliovirus pueden mostrar síntomas en varios grados de severidad. La mayoría de individuos (del 90 al 95 por ciento) no tienen síntoma alguno, lo cual se conoce como infección inaparente. Las otras tres categorías serán descritas más adelante.

### 2.4.3. CLASIFICACIÓN:

- **La Poliomiелitis abortiva**

Un curso breve y leve de la enfermedad con uno o más de los síntomas siguientes:

- Fiebre (hasta 103°F ó 39.5°C).

- ↗ Apetito disminuido.
- ↗ Náusea, vómito o ambos.
- ↗ Dolor de garganta.
- ↗ Malestar general.
- ↗ Estreñimiento.
- ↗ Dolor abdominal.

#### • **La Poliomiелitis no paralítica**

Los síntomas de la poliomiелitis no paralítica son iguales a los de la poliomiелitis abortiva, pero el dolor de cabeza, la náusea y el vómito pueden ser peores. Además, pueden ocurrir los siguientes síntomas:

- ↗ El niño puede sentirse mal durante un par de días, luego parece mejorar y después vuelve a sentirse mal con los síntomas siguientes:
- ↗ Dolor de los músculos del cuello, el tronco, los brazos y las piernas.
- ↗ Rigidez del cuello y de la columna vertebral.

#### • **La Poliomiелitis paralítica**

Los síntomas de la poliomiелitis paralítica son iguales a los de la poliomiелitis no paralítica y la abortiva. Además, pueden ocurrir los siguientes síntomas:

- ↗ Debilidad generalizada en los músculos.
- ↗ Estreñimiento severo.
- ↗ Músculos desgastados.
- ↗ Respiración debilitada.
- ↗ Dificultad para tragar.
- ↗ Tos débil.
- ↗ Piel ruborizada o manchada.
- ↗ Voz ronca.

- ↗ Parálisis de la vejiga.
- ↗ Parálisis de los músculos.

#### 2.4.4. DIAGNÓSTICO:

Además del examen y la historia médica completa, los procedimientos para diagnosticar la poliomielitis pueden incluir los siguientes exámenes:

- ↗ Cultivos de la garganta, orina y heces.
- ↗ Punción lumbar o espinal.
- ↗ El recuento de que el niño no recibió la vacuna contra el polio o que no completó las series de vacunas contra dicha enfermedad.

#### 2.4.5 TRATAMIENTO:

El tratamiento específico para la poliomielitis será determinado por su médico basándose en lo siguiente:

- ↗ Su estado general de salud y su historia médica.
- ↗ Que tan avanzada está la enfermedad.
- ↗ Su tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias.
- ↗ Sus expectativas para la trayectoria de la enfermedad.
- ↗ Su opinión o preferencia.

Aunque existe prevención contra la poliomielitis, no existe cura para los individuos infectados. El tratamiento es de apoyo, que significa que los síntomas pueden tratarse para mejorar la comodidad y recuperación del paciente.

- ↗ Tratamiento del dolor con analgésicos (como el acetaminofén).
- ↗ Reposo en cama hasta que la fiebre disminuya.
- ↗ Dieta adecuada.
- ↗ Esfuerzo y ejercicio mínimo.

- Compresas calientes o almohadillas calientes para el dolor en los músculos.
- La hospitalización puede ser necesaria para las personas que desarrollan poliomielitis paralítica.
- Las complicaciones de poliomielitis paralítica pueden incluir parálisis permanente de ciertos grupos musculares, incluyendo los músculos respiratorios y los de las piernas.

#### 2.4.6. PREVENCIÓN:

- Higiene adecuada y lavarse bien las manos.
- La inmunización contra el poliovirus: en Estados Unidos, se recomienda administrar la vacuna contra la polio a las edades siguientes:
  - 2 meses.
  - 4 meses.
  - Entre 6 y 18 meses.
  - Entre 4 y 6 años.
- Pueden administrarse dos versiones de la vacuna:
  - IPV - Vacuna Inactivada contra la Polio que se administra por inyección (pinchazo). La vacuna se administra completamente en las cuatro visitas. La administración de la IPV no puede causar polio y se puede usar en forma segura para individuos con sistemas inmunes debilitados.
  - OPV - Vacuna Oral contra la Polio que se administra por la boca. En casos raros se ha conocido que la OPV cause poliomielitis paralítica asociada con la vacuna (su sigla en inglés es VAPP). En enero del 2000, los Centros para la Prevención y el Control de las Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention, su sigla en inglés es CDC), el Comité Asesor para las Prácticas de

Inmunización (Advisory Committee on Immunization Practices, su sigla en inglés es ACIP), y la Academia Americana de Pediatría (American Academy of Pediatrics, su sigla en inglés es AAP) recomendaron que no se administre rutinariamente la OPV y que únicamente se administre IPV. Existen situaciones en las que es necesario que su hijo reciba la OPV, por ejemplo cuando viaje a países en los que puede transmitirse el poliovirus infeccioso o "silvestre".

➤ La Vacuna Oral contra la Polio NO debe administrarse a los niños que:

- tienen sistemas inmunológicos debilitados.
- toman esteroides a largo plazo.
- tienen cáncer.
- tienen infección por VIH o SIDA.
- tienen alergia a la neomicina, estreptomicina o polimixina B.

## **2.5 Pospoliomielitis**

El Síndrome de la Pospoliomielitis (SPP) es una condición que puede afectar a los supervivientes de la poliomielitis en cualquier momento desde los 10 hasta los 40 años después de recuperarse de un ataque inicial del virus de la poliomielitis. El SPP se caracteriza por un debilitamiento adicional de los músculos que fueron dañados anteriormente por la infección de la poliomielitis. Los síntomas son, entre otros, los siguientes: fatiga, debilidad muscular lentamente progresiva, dolores de los músculos y las articulaciones y atrofia muscular. Algunos pacientes experimentan sólo síntomas menores mientras que otros adquieren atrofia muscular espinal o lo que parece ser, pero no lo es, una forma de esclerosis lateral amiotrófica (ELA), llamada también enfermedad de Lou Gehrig. El síndrome de la pospoliomielitis (SPP) rara vez pone en peligro la vida.

El grado en el que los supervivientes de la poliomielitis sufrirán del SPP depende de lo gravemente que hayan sido afectados por el primer ataque de poliomielitis. Los pacientes que tuvieron sólo síntomas mínimos del ataque original y que, posteriormente, adquirieron el SPP experimentarán con toda probabilidad sólo síntomas leves del SPP. Las personas que originalmente fueron atacadas duramente por el virus de la poliomielitis pueden adquirir un caso más agudo del SPP con mayor pérdida de función muscular, dificultad en tragar y más periodos de fatiga.

Más de 300,000 supervivientes de la poliomielitis en los Estados Unidos pueden estar a riesgo de desarrollar el síndrome de la pospoliomielitis. Los médicos aún no pueden ofrecer una tasa definitiva de incidencia, pero estiman que la condición afecta a un 25 por ciento de los supervivientes.

#### 2.5.1. FACTORES DE RIESGO:

El Síndrome de la Pospoliomielitis (SPP) es ocasionado por la muerte de los terminales de nervios individuales en las unidades motoras que quedan después del ataque inicial de poliomielitis. Este deterioro de los terminales de los nervios individuales pudiera ser un resultado del proceso de recuperación del ataque agudo de poliomielitis. Durante este proceso de recuperación, en un esfuerzo por compensar la pérdida de células nerviosas (neuronas), neuronas motoras supervivientes producen terminales nuevos para restaurar el funcionamiento de los músculos. Esto resulta en grandes unidades motoras que pueden añadir tensión al cuerpo. Como resultado de este rejuvenecimiento, la persona puede tener músculos que funcionen normalmente por algún tiempo. Pero, después de cierto número de años, las neuronas motoras con brotes excesivos pueden no ser capaces de mantener las demandas metabólicas de todos sus nuevos brotes y ésto puede resultar en un lento deterioro de los terminales individuales.

El restablecimiento de la función nerviosa puede ocurrir en algunas fibras por segunda vez, pero, con el tiempo, los nervios terminales quedan destruidos y ocurre una debilidad permanente. Esta hipótesis concuerda con el curso lento, paulatino e imposible de pronosticar el SPP.

### 2.5.2 DIAGNÓSTICO:

Los médicos llegan a un diagnóstico del síndrome después de observar al paciente y preguntarle acerca de los síntomas. El SPP puede ser difícil de diagnosticar en algunos casos ya que es difícil determinar qué componente de un déficit neuromuscular es viejo y qué componente es nuevo. Los profesionales de la salud afirman que la única forma de estar seguro de que una persona tiene SPP es mediante un examen neurológico, ayudado por otros estudios de laboratorio que excluyan todos los demás diagnósticos posibles. Los pacientes visitan al médico periódicamente para evaluar si su debilidad muscular es progresiva.

La evaluación objetiva de la fuerza muscular en los pacientes de SPP no es fácil. Un cambio en la fuerza muscular se determina en grupos de músculos específicos, o extremidades, utilizando diversas escalas musculares, tales como la escala del Consejo de Investigaciones Médicas (MRC) o escalas que cuantifican la fuerza muscular. Los médicos utilizan técnicas de imágenes de resonancia magnética (MRI), neuroimágenes y estudios electrofisiológicos, biopsias musculares y análisis del líquido espinal como herramientas para investigar el curso del debilitamiento en la fuerza muscular.

Una vez que se diagnostica el síndrome (SPP), algunos pacientes se preocupan de que tienen de nuevo poliomielitis o incluso esclerosis lateral amiotrófica (ELA). Generalmente, el síndrome de la pospoliomielitis (SPP) no pone en peligro la vida. La única excepción es la de los pacientes que experimentan deterioro respiratorio agudo. Los estudios han demostrado que, en comparación con grupos de control, los pacientes de SPP carecen de una elevación de anticuerpos contra el virus de la poliomielitis y, puesto que el SPP afecta sólo a ciertos grupos de músculos, no se considera como una reaparición de la poliomielitis original. Además, no existen pruebas de que el virus de la poliomielitis pueda ocasionar una infección persistente en los seres humanos. Otros estudios han demostrado que la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), que debilita progresivamente los músculos, no ocurre más frecuentemente en los pacientes de SPP y que el SPP no es una forma de esclerosis lateral amiotrófica.

### 2.5.3. TRATAMIENTO:

Los científicos están trabajando en una amplia serie de posibilidades de tratamiento para los pacientes con SPP, entre ellos, tratamientos medicamentosos, algunos de los cuales son prometedores. Los médicos de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) han intentado tratar a los pacientes de SPP con interferón alfa 2 recombinante, pero el tratamiento ha resultado ineficaz. Un estudio en el que los pacientes de SPP recibieron altas dosis de prednisona mostró una ligera mejoría en su condición, pero los resultados no fueron estadísticamente significativos. Esto, además de los efectos secundarios del fármaco, condujeron a los investigadores a recomendar que la prednisona no se utilizase para tratar el SPP.

En un esfuerzo por reducir la fatiga en los pacientes de SPP, los científicos realizaron un estudio utilizando bajas dosis del medicamento piridostigmina y hallaron que sí reducía la fatiga en algunos pacientes. Prosigue la investigación con este medicamento. En un estudio controlado realizado por los científicos del NIH, el medicamento amantadina no ayudó a reducir la fatiga. Los científicos también están realizando más investigación sobre el uso de la selegilina, medicamento que en un informe anecdótico se creyó que mejoraba el vigor de los pacientes de SPP.

El futuro del tratamiento de los pacientes de SPP puede centrarse en los factores del crecimiento de los nervios. Los científicos de NINDS tienen planes de iniciar una prueba controlada, de centros múltiples, para determinar si el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) puede realzar la capacidad de las neuronas motoras para producir nuevos ramales, mantener los ramales existentes y rejuvenecer la sinapsis (el espacio entre las células nerviosas donde las señales pasan de una célula a otra). Un estudio preliminar está en proceso de realización. Puesto que el SPP resulta de la degeneración de los brotes de nervios, el IGF-1 puede atacar al núcleo del problema y puede ayudar a generar nuevos brotes. Otros factores de crecimiento que ahora se están investigando tienen propiedades similares.



#### **2.5.4. PREVENCIÓN:**

Las personas que han sobrevivido la poliomielitis preguntan a menudo si existe una forma de evitar el SPP. En la actualidad, no se ha encontrado prevención alguna. Pero los médicos recomiendan que quienes han sobrevivido la poliomielitis sigan prácticas estándar de un estilo de vida saludable: una dieta bien equilibrada, ejercicio moderado y visitas regulares al médico.

#### **2.5.5. INVESTIGACIONES ACTUALES:**

Los científicos trabajan en distintas investigaciones que pueden ayudar algún día a las personas con SPP. Algunos científicos dedicados a la investigación básica están estudiando el comportamiento de las neuronas motoras muchos años después de un ataque de poliomielitis. Otros analizan el mecanismo de la fatiga y tratan de dilucidar información del cerebro, los músculos y las uniones neuromusculares (el lugar en el que una célula nerviosa se une a la célula muscular a la que ayuda a activar). Los intentos por determinar si existe un vínculo inmunológico en el SPP también constituyen un área de intenso interés. Los investigadores que descubrieron la inflamación alrededor de las neuronas motoras en el músculo están tratando de determinar si esta inflamación se debe a una respuesta inmunológica.

Otros investigadores buscan el virus de la poliomielitis, o versiones mutadas del mismo, fragmentos del cual se han ampliado a partir del líquido espinal. Se desconoce, no obstante, el significado de este resultado, y se está realizando más investigación al respecto.

#### **2.5.6. Artritis Psoriásica**

Es una poliartritis seronegativa de enfermos psoriásicos. La psoriasis es una afección cutánea frecuente que se da en el 1.5 a 2% de la población general; en contraste con su prevalencia en pacientes con poliartritis seronegativa es del 20%. La frecuencia de manifestaciones articulares en

psoriásicos varía del 0,4 al 32% según los autores. La cifra más aceptada es del 7%.

La psoriasis es el resultado de una hiperplasia de la epidermis de causa desconocida. Ésta claramente asociada a los antígenos de histocompatibilidad B13 y Bw-17, aunque esta asociación no es tan estrecha como la existente entre B-27 y la espondiloartritis anquilosante. Un sujeto que sea B-13 ó B-17 positivo tiene unas cuatro a cinco veces más incrementado el riesgo de desarrollar psoriasis. Otros antígenos, como Bw-37 y el Bw-38, se han relacionado con la psoriasis, según las muestras de población estudiadas. Parece que son necesarios un mínimo de dos genes o antígenos para la aparición de la enfermedad cutánea. Los factores ambientales tienen también un importante papel en la génesis de la dermatopatía, es decir, se trata de una herencia multifactorial. La artritis no es una complicación de la psoriasis, ni la psoriasis lo es de la artritis, dado que una puede pertenecer a la otra, y viceversa, durante años. No es probable que un único agente etiológico explique la artritis psoriásica dado que muchos psoriásicos nunca presentan artritis, y sólo algunos enfermos con poliartritis seronegativa tiene psoriasis. Los estudios en familias ponen en evidencia que la poliartritis y la psoriasis pueden estar genéticamente relacionados. En el grupo de psoriásicos con espondiloartritis o sacroilitis, HLA B-27 tiene una marcada influencia.

No existe una anatomía patológica sinovial que sea propia de la artritis de la psoriasis; las alternaciones son parecidas a las de la artritis reumatoides, pero en menor grado.

La relación hombre/mujer en la artritis psoriásica es variable, aunque existe un ligero predominio masculino. El comienzo se da a una edad media de 34 años envarones y 40 en mujeres.

### **3. ELABORACIÓN DE ORTESIS DE RODILLA, TOBILLO Y PIE (KAFO)**

#### **3.1 Elaboración del molde negativo**

##### **3.1.1 Toma de medidas**

Ya definido el diseño de la ortésis a elaborar según la evaluación se toman las siguientes medidas y las registramos en nuestra ficha técnica:

- ↷ M-L a nivel de las cabezas metatarsianas
- ↷ M-L a nivel de los maleolos
- ↷ M-L y circunferencia del tobillo
- ↷ M-L y circunferencia de la pantorrilla
- ↷ M-L y circunferencia de la parte distal del muslo
- ↷ M-L y circunferencia de la parte proximal del muslo (aproximadamente a 2 dedos del periné)
- ↷ A-P y M-L de la rodilla
- ↷ Longitud del pie
- ↷ Altura de la articulación de la rodilla al piso

##### **3.1.2 Conformación del molde negativo**

Se coloca una media de nylon de los pies hasta la parte proximal del muslo, superior al trocánter mayor.

Se realizamos las marcas prominentes y de referencia, como lo son:

- ↷ Maleolos
- ↷ 1era. y 5ta. cabeza metatarsiana
- ↷ Trocánter mayor.
- ↷ Línea interarticular de rodilla

Una vez determinadas las marcas de referencia, procedemos con el vendaje de la extremidad, éste realizado en dos fases:

### 1a. Fase: Vendaje del segmento de pierna

- Se prepara un alza de 1.5cm. que utilizaremos para realizar la compensación de la discrepancia de longitud del miembro afectado.
- Con el usuario sentado, la rodilla en una posición de 90° iniciamos el vendaje de proximal a distal.
- Luego colocamos el pie sobre el alza y nos aseguramos que exista contacto entre las cabezas metatarsianas y la superficie de apoyo.
- También debemos verificar que el calcáneo se encuentre en una posición neutra, o en su máxima corrección.
- Debemos tener el cuidado de que la rodilla se encuentre siempre en una posición de 90° y perpendicular al piso.
- EL vendaje debe de llegar por debajo del tendón rotuliano.

Al estar ya fraguado el yeso proseguimos con la última fase.

### 2a. Fase: Vendaje del segmento de muslo

Pedimos al usuario que se acueste sobre el canapé y comenzamos a vendar de proximal a distal, 5cm por encima del trocánter mayor hasta llegara a la unión del segmento de pierna. Ésta posición para poder corregir de mejor manera el valgo de rodilla.

Controlamos también la posición de la rodilla, cadera y pie con respecto al eje longitudinal de la extremidad; esperamos que fragüe.

Retiramos el molde negativo teniendo cuidado de no deformarlo.



### **3.2 Elaboración del molde positivo**

Una vez que tenemos el molde negativo, colocamos un tubo galvanizado en el interior del molde para poder trabajar en la prensa. Se realiza un enjuague jabonoso en el interior para poder despegar fácilmente la venda de yeso del yeso fraguado, posteriormente sellamos con venda de yeso el molde.

Una vez que el molde negativo ha sido vaciado, se comienza con la modificación del molde positivo, la cual consiste en sujetar el molde en la prensa y realizar las correcciones, reducciones y liberaciones etc., para lograr una óptima adaptación.

Se debe verificar la alineación del molde positivo sobre la caja alineadora:

Vista Frontal, En el área del muslo a la altura del trocánter mayor 50% medial y 50% lateral al centro de la rodilla y entre primer y segundo oratejo.

Vista Sagital: En el muslo a nivel del trocánter la línea de plomada lo divide en un 50% anterior y un 50% posterior, la rodilla en 60% anterior y 40% posterior y ligeramente por delante del maleolo lateral.

Ya alineado el molde positivo procedemos a realizar un aumento al largo del antepié.

### **3.3. Ubicación del eje mecánico de la articulación de rodilla**

El punto de compromiso de la articulación mecánica de rodilla lo ubicamos de la siguiente manera:

El punto A-P esta dado por una línea de referencia que corta la rodilla en un 60% anterior y 40% posterior.

La altura resulta de sumar 2cm a la altura de la articulación anatómica reportada en nuestra ficha técnica.

Donde estas dos líneas se intersecan ubicaremos el centro del eje de nuestra articulación mecánica de rodilla.

### 3.4. Termoconformado

Se coloca el molde sobre la prensa para termoconformado, con la parte posterior del molde hacia arriba.

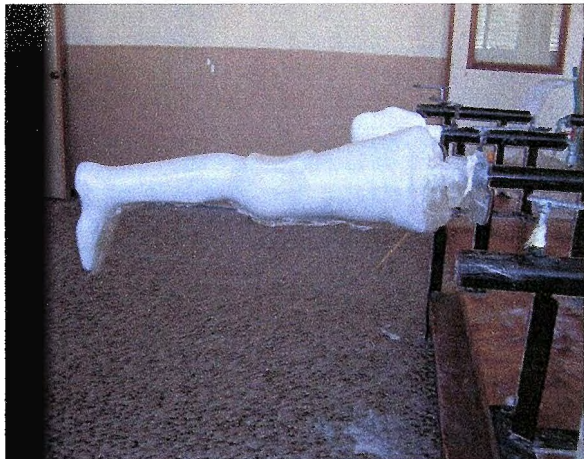
Colocamos la pieza de polipropileno con las medidas correspondientes dentro del horno a una temperatura menor a 200° y esperamos a que el plástico este listo para tirarlo.

Asegurarse del funcionamiento y carga de la succión.

Sacamos el plástico del horno.

Con ayuda de otras manos levantamos el plástico y lo colocamos sobre el molde, para comenzar a taparlo y abrir succión, rápidamente cortamos los excesos de plástico para que el plástico no estire demasiado.

Esperamos a que enfríe el plástico.



### 3.5. Conformado de las barras articuladas

Hacemos uso del alineador, y colocamos las barras con el eje mecánico de la articulación en el punto de compromiso ya establecido anteriormente.

Con las barras ya ubicadas en nuestro aparato procedemos a conformarlas.

Las barras deberán adaptarse a la superficie del termoconformado.



### **3.5.1 Paralelismo**

El paralelismo consiste en que el eje mecánico articular se encuentren paralelos, esto con la finalidad de un menor desgaste del aparato, un mejor manejo por parte del usuario y evitar fuerzas externas.

### **3.6. Corte de la ortésis**

Se trazan las líneas de corte y lo realizamos.

Se da un acabado fino a los bordes de la ortésis.

Una vez pulidos los bordes de la ortésis la unimos a las barras utilizando tornillos para tenerla lista para la prueba.

### **3.7. Compensación de altura**

Se realiza con suela dura un tacón en la base plantar del aparato, recordamos que en la toma del molde negativo se utilizó una alza del tamaño de su discrepancia, así que compensaremos con suela dura ésta discrepancia.

### **3.8. Prueba de la ortésis**

Durante la prueba le pedimos al usuario que se coloque la ortésis y verificamos el nivel pélvico, esto lo podemos realizar por medio de las crestas ilíacas, agujeros sacros, nivel de hombros y espinas ilíacas anterosuperiores.

Verificamos el espacio entre la ortésis y la extremidad.

Pedimos al usuario que se siente y flexione la rodilla, esto con el fin de verificar que no haya ningún machucamiento en la parte posterior de la pierna.

### **3.9. Acabado final**

Se procede a remachar las barras al termoconformado.

Se limpia el aparato y se pule bien para prepararlo para la entrega.

### **3.10. Entrega**

Durante la entrega le pedimos al usuario que se coloque la ortésis y verificamos nuevamente todos los resultados de la prueba.

Le explicamos los cambios que sentirá con respecto al aparato anterior.

Es muy importante proporcionarle las debidas recomendaciones para el mantenimiento del aparato.





### **3.11.1. Recomendaciones**

- ✦ Limpiar el aparato con algodón y alcohol.
- ✦ Verificar la piel diariamente, cualquier exceso de presión o notorio en la piel, dejar de usar el aparato y reportarlo al edificio de Ortésis y Prótesis.
- ✦ No exponer el aparato directamente a mucho calor, ya que puede deformarse.

## 4. ANÁLISIS DE COSTOS

### 4.1 Economía de una unidad

Ortésis a cotizar: Ortesis de Rodilla, Tobillo y pie (KAFO)

#### 4.1.1. Costos de Materia Prima:

Material	Unidad de Medida	Precio	Cantidad Utilizada	Gasto
Vendas de yeso 6"	unidad	\$4.00	5	\$20.00
Yeso calcinado	50lb.	\$7.50	25lb.	\$3.75
Polipropileno	Lámina (200 x 100cm.)	\$70.00	70 x 100cm.	\$70.00
Barras duraluminio	Par	\$80.00	1 par	\$80
Webbing	metro	\$0.50	2	\$1.00
Cuero	Pie	\$8.00	1	\$8.00
Vadana	Pie	\$6.50	1	\$6.50
Pega	Litro	\$20	1/4	\$5.00
Belcro macho de 1"	metro	\$0.25	1	\$0.25
Belcro hembra 1"	metro	\$0.25	1	\$0.25
Hebillas 1"	docena	\$0.50	3	\$0.50
Suela de 5mm.	Hoja (100x100cm.)	\$8.00	1	\$8.00
Remaches	docena	\$1.00	1	\$1.00
Remaches rápidos	docena	\$0.50	1	\$0.50
<b>TOTAL</b>				<b>\$204.75</b>

#### 4.1.2. Costo de mano de obra:

H = Horas trabajadas	25 horas
CH = Costo por hora efectiva de trabajo	\$ 10
MO = Mano de obra (H x CH = MO)	\$250
CD = Costos Directos (MP+MO=CD)	\$454.75
CI= Costos Indirectos (MOx125%)	\$312.50
MP = Materia Prima	\$204.75
PT = Precio Total (CI+CD=PT)	<b>\$767.25</b>

## **5. HISTORIA CLINICA**

### **5.1 DATOS PERSONALES**

- Nombre: Rafael Vinicio Bonilla
- Sexo: masculino
- Edad: 29 años
- Estado civil: acompañado
- Escolaridad: 4to. grado.
- Ocupación: ninguna.
- Origen: Salvadoreño
- Domicilio: Proyecto Sta. Teresa pasaje 6B casa 12, San Martín, El Salvador.
- Teléfono: 79926733

### **5.2 MOTIVO DE LA CONSULTA:**

Elaboración de Prótesis transtibial bilateral.

### **5.3 PRESENTE ENFERMEDAD**

Relata que en el intento por ir a los Estados Unidos el 31- de agosto de 2002, llegando a la frontera guzmán el 2 de septiembre a las 6 :00 a.m. En escuintla abordaron y mas adelante tomaron el tren a las 7 de la noche en Tonalá Chiapas el 8 de septiembre de 2002. Al correr para subir al tren fue empujado y solo pudo agarrarse con un mano del tren siendo arrastrado choco con un árbol, volándole de manera inmediata la pierna derecha, una hora después llego la ambulancia, lo llevaron a Tuxtla Gutiérrez en el hospital regional estaba entrando en shock, su pierna izquierda esta rota en cuatro partes, la cual fue amputada. Ambos muñones se infectaron el evitó una amputación sobre rodilla, por lo cual lo tuvieron con antibiótico. A los 4 meses y medio lo dieron de alta y estuvo se rehabilitando un año en el DIF. Comenzó a usar la prótesis derecha a los 6 meses y medio de rehabilitación y al año le dieron la prótesis izquierda.

#### **5.3.1 Antecedentes personales:**

Estatura antes del trauma de 177.5cm.

#### **5.3.2 Antecedentes familiares.**

No contributorios.

### **5.3.3 Estudio socioeconómico**

El usuario vive en una zona urbana del departamento de San Martín. Su casa cuenta con servicios indispensables como: luz, agua, gas y teléfono. Vive con su mamá y dos hermanos.

Se mantiene por medio de una pensión que recibió por parte del gobierno.

Tiene un hijo.

## **5.4 EXAMEN FÍSICO**

### **5.4.1 Inspección general**

Usuario se presenta caminando con prótesis tipo PTB exoesqueleticas, presenta una marcha dificultosa, con movimientos no rítmicos y utilizando muleta para mantenerse en equilibrio. Con las prótesis que tiene actualmente, en bipedestación presenta hombros asimétricos, espinas iliacas antero superiores no niveladas.

Paciente conciente, tranquilo, bien orientado en tiempo, espacio y persona, de edad aparente igual a la cronológica y cooperador al interrogatorio.

- Cabeza: Normo céfalo,
- Cuello: Forma y volumen normal, con movilidad completa en todos sus movimientos.
- Miembros superiores: normales.
- Tórax: Forma y volumen normal.
- Abdomen: Normal.

### **5.4.2 Muñón**

Nivel de amputación: transtibial tercio proximal en ambas extremidades

Tipo de cicatriz: transversal en MID e Injerto en MII.

Circulación del muñón: buena en ambas extremidades.

Consistencia de los tejidos:

- MID: Flácido
- MII: Firme, tejido delicado por el injerto.
- Forma de muñones: cónicos
- Condición de la piel:
- MID: presenta ulcera de presión sobre la cabeza del peroné.

- ✎ MII: Úlcera de presión sobre cabeza de peroné y parte inferior distal en zona de injerto.

Condición ósea: prominencias óseas muy marcadas en MII.

### 5.4.3. Palpación.

Carácter	MII	MID
Tono	Normal	Normal
Temperatura	hipotérmico	hipotérmico
Capacidad de soportar carga	Sensible	Normal
Ligamentos	Cruzado posterior inestable	Estables
Arco de movimiento	Completo	Completo
Fuerza Muscular	Normal	Normal
Textura	Piel Reseca	Piel Reseca

### 5.4.4. Percusión.

Sensibilidad: conservada

Neuromas: ausente

## 5.5. VALORACIÓN MUSCULAR Y RANGO DE MOVIMIENTO

	FUERZA	ARCO DE MOVIMIENTO	MÚSCULOS	FUERZA	ARCO DE MOVIMIENTO
CADERA	5	Completo	Flexores	5	Completo
	5	Completo	Extensores	5	Completo
	5	Completo	Abductores	5	Completo
	5	Completo	Aductores	5	Completo
RODILLA	5	Completo	Flexores	5	Completo
	5	Completo	Extensores	5	Completo
<b>Extremidad derecha</b>			<b>Extremidad izquierda</b>		

### **5.6. Diagnostico:**

Amputación transtibial bilateral postraumática tercio proximal.

### **5.7. Tratamiento protésico:**

Prótesis bilateral transtibial modulares tipo KBM (sujeción por medio de presión supracondilia) con interfase de pelite y pie SACH. Reducción de 1.5cm., de su estatura antes del trauma.

## 6. Marco Teórico

### 6.1. Amputaciones Transtibiales

#### 6.1.1 Introducción

La importancia de la conservación de la articulación de la rodilla en la rehabilitación del paciente amputado de la extremidad inferior es evidente. Tanto las indicaciones ortopédicas como las vasculares de amputación tienen el mismo objetivo común: conseguir nivel de amputación lo mas distal posible, respetando por orden de prioridad los siguientes principios.

1. Conservar al máximo el apoyo normal del miembro.
2. Dirigir los máximos esfuerzos a conservar la rodilla.
3. No amputar a un nivel superior, excepto después del fracaso de un intento más distal.

Los máximos esfuerzos deben dirigirse a conservar la articulación de la rodilla. Como norma general se ha de tener en cuenta el peor muñón distal a la rodilla es más funcional que el mejor muñón a nivel del muslo. Los grandes avances protésicos con los conos de adaptación de contacto total, así como las complejas técnicas de fijación de las prótesis, determinan que los niveles de amputación clásicos preestablecidos sean menos importantes: asimismo.

En tercer lugar, y como consecuencia de la anteriormente expuesto, aunque con las excepciones implícitas en una norma general, es licito tener presente que solo debe amputarse mas proximalmente tras el fracaso de un nivel mas distal o cuando este no ofrezca las mínimas garantías.

#### 6.1.2 Indicaciones

- Vasculares: La indicación primordial es la angiopatía periférica, que determina el 80% de las amputaciones, de las cuales prácticamente el 100% corresponde a pacientes mayores de 60 años.
- Traumáticas: Es la segunda causa en frecuencia de las amputaciones en adultos menores a 50 años.

➤ **Tumorales:** La mejoría de la calidad de las endoprotesis así como también las técnicas de microcirugía han hecho disminuir la indicación de amputaciones por procesos tumorales.

### 6.1.3 Técnicas quirúrgicas.

La mitad distal de la pierna no es un nivel adecuado para la amputación, ya que el régimen vascular de sus tejidos es relativamente precario, con un tejido subcutáneo y muscular mínimo para el almohadillado correcto del muñón, que si bien cicatriza correctamente, con frecuencia se ulcera debido al uso de prótesis

El nivel idóneo de amputación a nivel de pierna es de la unión músculo tendinoso de los gemelos, con una longitud de hueso que oscila entre los 12 y 18cm. En muñones cortos con longitud de hueso inferiores a 8cm algunos autores recomiendan la resección total del peroné.

Otro detalle técnico a tener en cuenta en los muñones muy cortos es la selección de los tendones de los músculos isquiotibiales, que pueda debilitar la flexión pero permite introducir más profundamente el muñón en el cono de adaptación de la prótesis.

Como norma general debe tomarse en cuenta que la situación de las cicatrices o incluso su calidad no debe ser motivo para justificar una amputación por encima de la rodilla, dado la importancia funcional de esta articulación en la rehabilitación y la deambulación del paciente amputado, ya que las modernas técnicas protésicas permiten obviar y paliar defectos cicatrizales a nivel del muñón. Resultado de la necesidad de injertos cutáneos o cicatrices por segunda intención para cerrar un muñón.

## **6.2 Prostética Transtibial**

### 6. 2.1 CONDICIONES A LAS QUE ESTA SUJETA LA PROTESIS

Está sujeta a las siguientes condiciones o influencias:

- Condiciones fisiológicas.
- Condiciones biomecánicas.
- Condiciones mecánicas.



### 6.2.1.1 LAS CONDICIONES FISIOLÓGICAS

Describen tanto la situación general del paciente como los datos específicos pato-fisiológicos del muñón amputado.

Entre los datos fisiológicos que influyen sobre la prescripción general protética se distingue:

- ↗ Edad.
- ↗ Sexo.
- ↗ Complicaciones anexas de los órganos internos (corazón, circulación, sistema digestivo, etc.).
- ↗ Complicaciones anexas del aparato locomotor (enfermedad de los músculos, de los huesos, de las articulaciones).
- ↗ Condiciones psíquicas en general.
- ↗ Condiciones físicas corporales en general.

Entre las condiciones patofisiológicas del muñón amputado están las siguientes:

- ↗ Grado o nivel de amputación.
- ↗ Técnica de amputación (resultados como la mioplástica, etc.).
- ↗ Longitud del muñón.
- ↗ Circulación del muñón.
- ↗ Condición ósea del muñón.
- ↗ Consistencia de los tejidos.
- ↗ Condición muscular.
- ↗ Alcance de los movimientos.
- ↗ Condiciones de la piel.
- ↗ Condiciones de la cicatriz.
- ↗ Fuerza muscular.

### 6.2.1.2. CONDICIONES BIOMECÁNICAS

Las condiciones biomecánicas se producen por los efectos que influyen mutuamente entre la biología - fisiología del paciente y las leyes de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (estático y cinética). Esas se transmiten de la prótesis al suelo y del suelo al paciente (reacción al suelo). Las

condiciones biomecánicas influyen además sobre la cinemática del paciente (es decir sobre la descripción del movimiento, o la forma de andar).

Para la prescripción de una prótesis se toman en cuenta:

- ↻ Las condiciones fisiológicas.
- ↻ El medio ambiente (puesto de trabajo, condiciones en su lugar de habitación, entretenimientos, deportes).
- ↻ Los requerimientos esperados de la prótesis (prótesis de trabajo, cosmética, para el tiempo libre, prótesis especial para deporte).
- ↻ Descripción del diseño de la cuenca.
- ↻ Descripción de construcciones especiales necesarias.
- ↻ Análisis de locomoción (andando, parado, ejercicios de caída, deportes, etc.).
- ↻ Valoración.
- ↻ Resultados a largo plazo.

#### 6.2.1.3. CONDICIONES MECÁNICAS

Son determinadas por las fuerzas biomecánicas, que actúan sobre la prótesis.

Entre ellas se encuentran:

Fuerzas de tracción - tensión, de presión, de flexiones, de torsión y momento de rotación a las que los componentes protéticos están sometidos.

En el estudio específico bajo prueba mecánica de los componentes se examinan sus características con ayuda de máquinas de prueba. Este estudio no incluye al "factor biológico humano", pero investiga sus valores máximos y continuos de resistencia.

Las condiciones escogidas equivalen a las condiciones reales de vida del paciente o mayores en un porcentaje de seguridad. De esta manera se examinan las condiciones mecánicas (valores límites de carga, resistencia a corto plazo y de carga continua, desgaste, etc.) y los resultados se trasladan a la construcción.

### **6.2.2 PRINCIPIOS O CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN DE PRÓTESIS**

La forma de construcción de prótesis se verá detalladamente en capítulos posteriores.

Se deben seguir las reglas básicas siguientes:

- Cada prótesis se construirá en tres dimensiones y se elaborará por criterios de espacio en tres dimensiones. Es decir, que la prótesis se construirá con ayuda de líneas directrices y con auxilio de plomada en:
  - Dirección A-P (antero - posterior)
  - Dirección M-L (medial - lateral)
  - Dirección vertical (corte transversal).
- Las prótesis se construirán de acuerdo con las leyes de la estática y de la dinámica sobre la cadena de articulaciones de la pierna (articulación del tobillo, rodilla y eventualmente de cadera). Estas deben ser estáticamente seguras y por otro lado deben propiciar o permitir la dinámica de la locomoción.
- El compromiso entre la seguridad estática de la articulación y el movimiento dinámico del miembro se logra con el ordenamiento correspondiente de los componentes de acuerdo a las reglas básicas de la mecánica y a los requerimientos específicos de cada paciente.
- La construcción óptima de la prótesis considera por lo tanto ambas cosas: La construcción estática básica (plomada, alineación de banco, etc.) y la corrección dinámica de la construcción (prueba, análisis de locomoción).

### **6.2.3 Biomecánica de una Protética Transtibial (alojamiento del muñón y diseño de prótesis)**

El muñón transtibial tiene zonas de apoyo, de contacto y de regiones muy sensibles a la carga.

El confort y funcionalidad de la prótesis transtibial se determinan por lo tanto por la consideración de las partes del muñón que se pueden cargar y las que no se pueden cargar.

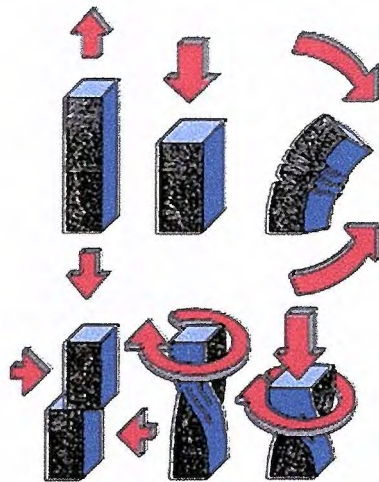
Esto se aplica para el alojamiento del muñón (cuenca), así como para el diseño biomecánico correcto de la prótesis.

No sólo una cuenca mal adaptada sino también una mala alineación producen momento de rotación y presión sobre el muñón, dificultando el uso de la prótesis.

La biomecánica de la protética se ocupa del efecto de las fuerzas originadas por la forma de la cuenca, por la construcción de la prótesis y de las fuerzas entre el piso y la prótesis.

Las fuerzas que se recargan sobre en la prótesis y sobre el suelo o viceversa) se definen por:

- ↻ Fuerzas de tensión (en la fase de tracción).
- ↻ Fuerzas de presión (carga vertical del usuario).
- ↻ Momentos de flexión (antero - posterior medial - lateral).
- ↻ Momentos de rotación (en especial en las articulaciones).
- ↻ Momentos de torsión (alrededor del eje vertical).



Estas fuerzas actúan bajo leyes físicas que no se pueden evitar. La clave de la alineación y construcción de la cuenca consiste en dirigir estas fuerzas a fin de repartir sus efectos (presión, etc.) de modo fisiológico para resistirlas. Esto se logra optimizando los siguientes criterios:

- La forma y contorno de la cuenca.
- El diseño tridimensional de la cuenca.

La biomecánica de la protética transtibial (y en general de la protética) se puede dividir por lo tanto en:

- La biomecánica de la cuenca.
- La biomecánica de alineación de la prótesis.

#### **6.2.4. BIOMECÁNICA DEL ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN**

La cuenca de la prótesis debe satisfacer ciertos objetivos básicos:

- Debe alojar el volumen del muñón.
- Debe transmitir fuerzas (estática y dinámica).
- Debe transmitir el movimiento.
- Debe adherirse totalmente al muñón.

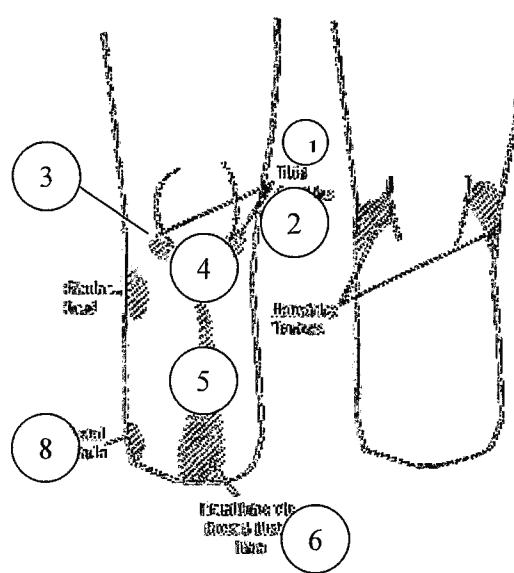
Todas las fuerzas entre el paciente y la prótesis se transmiten sobre la superficie de contacto entre el muñón y la cuenca independiente si son de origen estático o dinámico.

Teóricamente, se puede minimizar la presión (y este es la dimensión física-fisiológica que siente el amputado), cuando se maximiza la superficie de apoyo de la cuenca que es el área de soporte, se tiene que:

Entonces se puede minimizar la presión si aumentamos el área o superficie de soporte. Esto es válido también en la protética. Lo que no es válido es que una distribución homogénea de la presión en la superficie de contacto corresponda a una distribución homogénea fisiológica de la presión. Al contrario, la repartición de la presión tiene que ver con criterios fisiológicos y no con criterios físicos. Según estos criterios, veremos los puntos de carga o descarga que se conforman para la confección de una cuenca.

El gráfico muestra bordes o prominencias óseas que no pueden soportar presiones, numerados del 1 al 8 y que seguidamente se describen:

## Pressure Sensitive Areas



*Areas sensibles a la carga del muñón  
Zona de descarga*

El gráfico muestra bordes o prominencias óseas que no pueden soportar presiones, numerados del 1 al 8 y que seguidamente se describen:

### *Areas sensibles a la carga del muñón Zona de descarga*

**1 Cóndilo medial del fémur.** Este sólo se puede sentir cuando la rodilla está flexionada, normalmente no molesta, ya que no sobresale. Debido a que los amputados pasan mucho tiempo sentados, se debe considerar entonces esta zona.

**2 Tuberosidad medial de la tibia.** Esta es menos protuberante que la externa. En algunos pacientes sin embargo se debe tomar en cuenta.

**3 Tuberosidad lateral de la tibia.** Esta es sensible notoriamente en casi todos los pacientes y requiere casi siempre de ser descargada en la cuenca de la prótesis.

**4 Tuberosidad anterior de la tibia.** Al contrario del tendón rotuliano, la tuberosidad anterior no se puede presionar.

5 **Borde anterior de la tibia (cresta tibial).** La tibia vista transversalmente tiene una sección triangular. Este borde anterior y no la superficie medial, se debe descargar.

6 **Extremo distal de la tibia.** De acuerdo a la técnica de amputación y según la condición de las partes blandas de recubrimiento, la dirección de la cicatriz y los terminales nerviosos eventuales, este extremo del muñón no se puede presionar. La magnitud de la descarga se establecerá al tocar el muñón y evaluar los dolores, sensación eléctrica que produce el contacto. Siempre hay que descargar el borde distal - medial de la tibia. La magnitud de la descarga o contacto depende de cada muñón de forma individual.

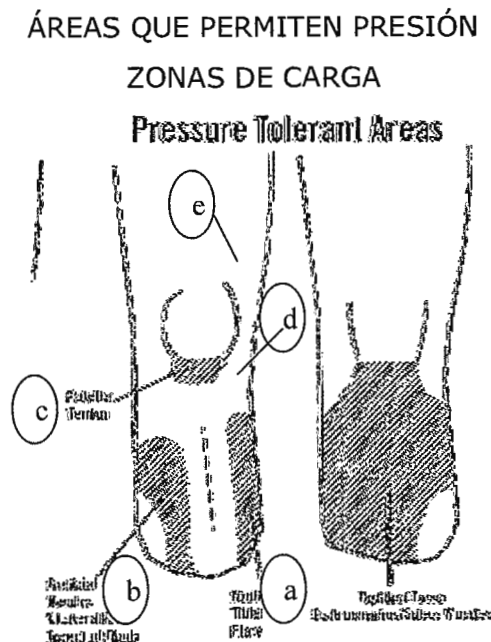
7 **La cabeza del peroné** es tangible en todo amputado transtibial. Siempre se debe descargar.

8 **Extremo distal del peroné** tiene validez lo dicho en el 6.

Lo dicho en los numerales 1 a 8 debe tomarse en cuenta durante la toma de medida enyesada y proceder a la descarga correspondiente en la rectificación del positivo.

Frente a los puntos y bordes sobresalientes que necesitan recarga, están los lugares y áreas de apoyo.

El siguiente gráfico muestra el muñón en vista frontal.



Se pueden aplicar presiones en las siguientes áreas:

- a)** La superficie medial completa de la tibia hasta la parte inferior de la tibia cerca del final óseo del muñón.
- b)** Toda la superficie ínter ósea entre la tibia y el peroné (sobre el tibial anterior y el músculo peroneo), además abajo de la cabeza del peroné hasta 2cm. arriba del final del muñón.
- c)** El tendón rotuliano soporta presión pero no sus inserciones La prótesis P.T.B. utiliza en su función de carga el tendón rotuliano. Esta presión produce un desplazamiento A-P durante el estiramiento de la rodilla (la cuenca se desplaza hacia adelante).
- d)** La superficie medial del cóndilo femoral está en condiciones de soportar presiones laterales. Su tarea no es de soportar carga sino de evitar un movimiento lateral de la articulación anatómica (aducción – abducción). Sus partes proximales sirven de anclaje de la cuenca.
- e)** La superficie lateral supracondilar sirve de contra-apoyo a la superficie medial y tiene también tareas semejantes a lo mencionado en **d**.

No se han representado gráficamente los grupos de músculos del gastrocnemius-soleus y de la cavidad poplíteica. Ambas son áreas de apoyo (en el marco de las dimensiones fisiológicas).

Las superficies de apoyo deben ser consideradas desde la toma de medida enyesada y deben ser reducidas por ser superficies musculares comprimibles en el modelo positivo.

La carga o descarga de las superficies mostradas representa el criterio de ajuste más importante de una cuenca de prótesis tibial.

Hay que buscar un equilibrio entre las partes del muñón que se liberan y las de apoyo. Un mayor contacto de la cuenca con el muñón repartirá las áreas de carga sobre una superficie mayor, evitando sobrepresiones puntuales (ej. cuenca P.T.B.). La marcha del usuario se verá influenciada por la comodidad de la cuenca.

La forma triangular de la cuenca de la prótesis que se describe frecuentemente (evita la rotación) se conforma por si sola cuando se respetan los criterios de ajuste arriba mencionados.





Figure 1.  
Top view of PPS socket (left) and PCast socket (right) fabricated from  
subject during clinical trials.

## 6.2.5 BIOMECÁNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRÓTESIS

La construcción de cada prótesis debe de satisfacer criterios estáticos y dinámicos

(Cinéticos)

### 6.2.5.1. ESTÁTICA

El amputado debe permanecer en postura de pie, el 50 % del peso corporal recarga sobre la prótesis (el otro 50% sobre la otra pierna) y que la resultante de todas las fuerzas y momentos presentes se encuentran en la superficie de apoyo.

Una cuenca de prótesis que está correctamente alineada estáticamente, relación entre la cuenca y el muñón y respecto a los componentes de la prótesis (pierna y pie) no provoca ningún:

- ↻ Momento de volteo (desbalance)
- ↻ Momento de flexión
- ↻ Momento rotación
- ↻ Momento de torsión.

que no sean compensados por fuerzas contrarias de igual magnitud.

El paciente no deberá sentir ninguna fuerza que lo empuje hacía frontal, lateral ni dorsalmente. Tampoco las articulaciones de rodilla y cadera deben ser sometidas a momentos de flexión de una magnitud que se distingan de la pierna contralateral.

Si el amputado alcanza el estado de equilibrio a través de una posición forzada (desplazamiento anterior o posterior de la prótesis, desplazamiento

lateral) o por medio de esfuerzo muscular (extensión activa de rodilla y/o cadera), entonces la prótesis, desde el punto de vista estático, no ha sido construida correctamente.

La valoración estática del amputado se realiza con sus dos piernas puestas en posición normal erecta y con igual distribución de la carga corporal. Algunos valores básicos de alineación estática de la prótesis se explican más adelante al final del capítulo.

#### 6.2.5.2 CONSTRUCCIÓN CINÉTICA (DINÁMICA) DE LA PRÓTESIS

Tal como ya se ha descrito, la construcción estática y la observación estática se ocupan del estado de equilibrio de un amputado en posición de pie.

Las prótesis no se usan primariamente para pararse, sino para caminar. La cinética tiene que ver con el movimiento y con las fuerzas que actúan en relación al movimiento. En dinámica, una prótesis se encuentra en movimiento y está sometida a fuerzas externas. Está subordinada a una observación cinética (dinámica).

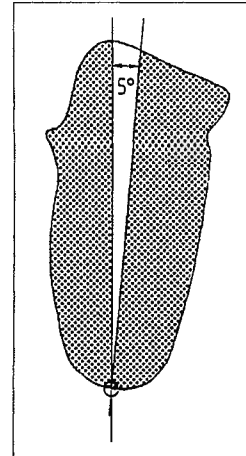
#### 6.2.3 ALINEACIÓN DE LA CUENCA (Sin Considerar al Pie)

Para la alineación de la cuenca se dan las siguientes posibilidades básicas:

- ↻ Construcción vertical neutral
- ↻ Posición en flexión
- ↻ Construcción en abducción
- ↻ Construcción en aducción
- ↻ Rotación interna
- ↻ Rotación externa
- ↻ Altura de la cuenca

### 6.2.3.1 CRITERIOS INDIVIDUALES DE ALINEACIÓN DE LA CUENCA

*Alineación en flexión* de una cuenca para prótesis por debajo de la rodilla se indica siempre que hay una contractura de flexión. El ángulo de flexión que se da a la cuenca depende del ángulo de la contractura de la pierna. La alineación de la cuenca sigue la posición angular (flexión - abducción - aducción) del muñón del paciente. Si la contractura de flexión es susceptible de recibir tratamiento y mejoramiento, la alineación de la cuenca deberá ajustarse a medida del mejoramiento del



ángulo de flexión. Si el muñón no presenta contractura, la construcción básica de la cuenca se hará en una posición de flexión de aproximadamente 5°. La flexión desvía las zonas de presiones anteriores perpendicular hacia una línea inclinada que evita presiones distales sobre el muñón. Esto juega un papel todavía más importante en la medida que el muñón es más corto. Del punto de vista estética, la flexión de un muñón corto no presenta mayor problema. Un muñón largo, por lo contrario, dejará en su región posterior un saliente poco estético. Entre más largo el muñón, menos flexión de cuenca para mejorar la distribución de peso. Nunca debe construirse una cuenca para prótesis por debajo de la rodilla en posición de hiperextensión (una articulación de rodilla nunca debe estar en recurvatum).

Muñones cortos y muy atrofiados, se encuentran en aparente abducción respecto a la línea media. En efecto, las cuencas de prótesis cortas se construyen con inclinación respecto a la línea media (valgo de rodilla aproximadamente 5°) pero esto no se trata de una abducción sino de la posición fisiológica de la pierna (forma de la tibia). Los muñones aparentemente aducidos (más largos) deben ser llevados igualmente en su posición fisiológica original respecto al eje longitudinal de la pierna. Un muñón aparentemente abducido (corto) o aducido (largo) cambia la posición del pie respecto a la parte distal de la cuenca pero nunca respecto de la alineación fisiológica del miembro inferior (alineación a la perpendicular del centro de rodilla).

Siempre y cuando la cuenca haya sido ajustada, no habrá *rotación interna o externa*, respecto al muñón. Una cuenca de prótesis de pierna frecuentemente muestra una rotación hacia afuera (respecto al plano frontal) debido a que rótula se encuentra desplazada lateralmente y no está paralela al plano frontal. La pared posterior de la cuenca se encuentra aproximadamente paralela.

La posición de rotación respecto a los planos de referencia la determina el muñón y no el técnico ortopeda.

La cadera horizontal del paciente comprobará la exactitud de *La altura de la prótesis*. En casos excepcionales (por ejemplo posición sacroespinal defectuosa) puede admitirse una discrepancia de longitud de 1cm, puesto que se considera que una discrepancia de esa magnitud no requiere tratamiento, aún en individuos no amputados.

Discrepancias mayores de 1cm no son admisibles.

#### 6.2.3.2. ALINEACIÓN DINÁMICA DE LOS COMPONENTES

El ciclo de la marcha comienza con el choque de talón en el lado a ser considerado, pasando por las fases de apoyo medio y despegue del pie hasta el nuevo choque de talón del mismo lado.

Para fines de control de construcción y ajuste de la prótesis, esta secuencia continua se subdivide en algunas fases instantáneas, para su análisis cinético (dinámico) o semiestático.

Generalmente se les resta importancia a todas aquellas fases intermedias de importancia cinética inferior.

Las fases importantes de la marcha son:

- El contacto del talón,
- La fase de apoyo medio,
- El despegue del pie.

Las tres se observan frontal, lateral y dorsalmente en el paciente en marcha.

El análisis estándar de la marcha se lleva a cabo sobre suelo plano, pero debería evaluarse sobre superficies inclinadas, irregulares y también la marcha en gradas. Las mencionadas fases de la marcha resultan

influenciadas por los siguientes parámetros de la construcción de la prótesis:

- Desplazamiento anterior del pie protético
- Desplazamiento posterior del pie protético
- Desplazamiento medial del pie protético
- Desplazamiento lateral del pie protético
- Flexión plantar del pie protético
- Extensión dorsal del pie protético
- Pronación del pie protético
- Supinación del pie protético
- Rotación interna del pie protético
- Rotación externa del pie protético

Son estos parámetros y sus respectivos inversos, es decir, diez posibilidades de montaje y ajuste para optimizar la construcción dinámica. Puesto que son difíciles de predecir y suelen aparecer en combinación de unos con otros, resulta muy sensato proceder al ajuste dinámico utilizando mecanismo de montaje que posibilitan los ajustes a lo largo de la evaluación sin necesidad de corte de la prótesis.

Para ello se han distinguido las unidades modulares de ajuste de las endoprótesis; pero también los aparatos de ajuste (Staros-Gradner, Hosmer, Habermann) que se retiran de la prótesis después del ajuste.

La corrección constructiva dinámica es solamente un procedimiento que exige del técnico ortopeda, además del conocimiento técnico, mucha experiencia y práctica.

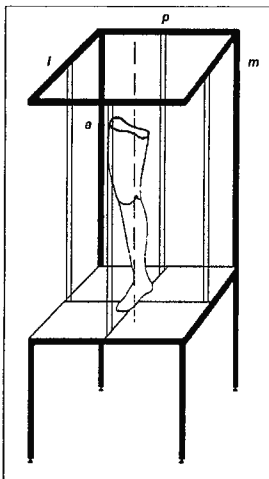
Por esa razón, se pretende enfocar las bases constructivas típicas y la influencia que ejercen los parámetros mencionados, sobre las fases de la marcha.

#### 6.2.3.2 ALINEACIÓN DE LOS COMPONENTES PROTÉTICOS

Para la construcción fundamental de una prótesis de pierna bajo el principio de ejes tridimensionales, resulta necesario definir una línea y los planos de referencia. La teoría constructiva alemana parte de una línea media que puede, en condiciones estáticas, coincidir con la línea de acción del vector

desde el centro de gravedad del cuerpo (aunque no tengan que ser siempre idénticas).

Su significado, como línea de acción del vector, solamente queda expresado en posición de pie sobre ambas piernas o en la fase media de apoyo del ciclo de la marcha. Resulta ser una excelente línea de referencia para la alineación de los componentes protéticos en su construcción fundamental.



En la caja de alineación de 4 plomadas se generan las líneas de referencia de montaje en el corte de los planos definidos por la proyección de las líneas verticales:

- Vertical anterior (A)
- Vertical posterior (P)
- Vertical medial o interna (M), y
- Vertical lateral o externa (L)

El corte de estas líneas, como referencia imaginaria, se encuentra en el interior de la prótesis, por lo cual se trabaja y se construye por medio de las cuatro proyecciones en el exterior de la prótesis.

### 6.2.3.3. PROYECCIÓN DE LAS CUATRO VERTICALES

La prótesis se encuentra adentro de la caja de alineación, la altura del tacón se ha tomado en cuenta.

#### **Vertical A:**

La vertical anterior divide la cavidad de la rótula de la prótesis transtibial, casi simétricamente en una mitad medial y otra lateral. En la mayoría de los casos se ve medializada, porque la rótula, en promedio, suele encontrarse desplazada.

La posición aducida o abducida de la cuenca, con respecto a la línea media depende, como ya se ha descrito, de las características del paciente.

En el pie, la línea vertical se proyecta a través del centro del "dedo gordo" del pie protético.

#### **Vertical P:**

La perpendicular posterior divide la región poplítea de la prótesis simétricamente en una mitad medial y otra lateral. Las posiciones aducidas y abducidas ya han sido descritas.

En su construcción fundamental, la vertical posterior se proyecta a través del centro del talón. Se permite una desviación lateral de 5mm.

### **Verticales M y L:**

La proyección de la vertical interna (medial) y de la vertical externa (lateral) divide la cuenca de la prótesis, a la altura de la inserción del tendón patelar, en una mitad anterior y otra posterior.

Un poco más arriba, a la altura de la rótula, la misma vertical divide la cuenca aproximadamente en 2/3 (anterior) y 1/3 (posterior). La vertical determina simultáneamente la posición antero-posterior del punto de rotación de la articulación en caso de colocación de barras laterales con articulación de rodilla.

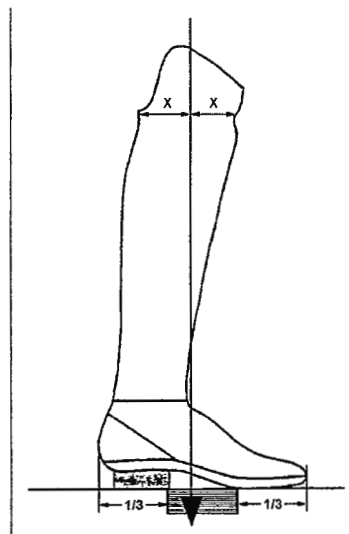
La posición de extensión o flexión de la cuenca con respecto a la vertical, ya ha sido tratada con anterioridad.

Si se divide la longitud del pie en tercios, la vertical estará en el tercio medio, en sus proyecciones medial y lateral. La construcción fundamental ofrece al amputado la mayor seguridad, por eso, en la construcción fundamental, la vertical cae más bien sobre la línea de separación entre el tercio medio y el posterior. La longitud de palanca del antepie resulta con ello relativamente larga y el momento de giro estabilizador de la articulación de rodilla llega a ser suficientemente grande.

La necesidad de seguridad en la rodilla, por una parte y de un cuadro de marcha fuerte y ágil por otra parte, depende individualmente del paciente.

No es exactamente planificable y por lo tanto no se puede enmarcar reglas rígidas de construcción.

La alineación estática (en la caja de alineación o con otros equipos auxiliares) siempre debe ser comprobada por prueba y corrección dinámica. Las prótesis alineadas solamente en estática pueden ser maravillosas para ejercicios teóricos, pero no llegan a ser apropiadas para el uso dinámico diario del paciente



## 6.2.4 SISTEMAS DE SUSPENSION

### 6.2.4.1 La Prótesis PTB

La prótesis PatelIa-Tendon-Bearing (PTB) según FOORT y RADCLIFFE fue el primer diseño de prótesis en lo cual se suprimieron las barras laterales y los apoyos a nivel del muslo. Con la prótesis PTB se impusieron y establecieron nuevos criterios biomecánicos y funcionales de adaptación de cuencas.

La cuenca de la prótesis PTB sigue los criterios funcionales, es más alta medial y lateralmente que las cuencas convencionales. Su criterio esencial es la carga del tendón patelar. Para evitar deslizamientos en la fase de balanceo, la cuenca es fijada con una banda delgada en forma de ocho o circular, arriba de los cóndilos femorales. Se evitan barras, articulaciones y corselete de superficie amplia. La musculatura del muslo no se ve impedida en su desarrollo. La prótesis PTB se fabrica con resina acrílica o epóxica, con o sin cuenca de paredes suaves.

La prótesis PTB fue la precursora de todas las prótesis subsiguientes transtibial.



Prótesis PTB con cincho upracondilar



#### 6.2.4.2 La Prótesis KBM

Su nombre viene del alemán Kondylen-Bettung-Münster (asentamiento de cóndilos Münster) y según KUHN corresponde a los criterios de la prótesis PTB. Sin embargo envuelve medial y lateralmente los cóndilos del fémur y fija con ello la prótesis al muñón. La "oreja" medial de la prótesis envuelve el cóndilo interno del fémur como parte de construcción mecánica de la cuenca.

Con la contrapresión sobre el cóndilo lateral del fémur, el corte proximal envuelve en forma de prensa los cóndilos femorales e impide movimiento de pistoneo o un deslizamiento de la prótesis. La rótula descansa en el tercio inferior. Esta forma de suspensión de la prótesis ha sido introducida y se conoce ahora internacionalmente bajo el concepto de "apoyo supracondilar".



Prótesis KBM (Supracondilar)

### 6.2.4.3. PROTESIS PTS

(Prótesis Tibial Supracondylienne - FAJAL)

Igual que la cuenca KBM, ésta cuenca envuelve los cóndilos. La diferencia está en el involucramiento completo de la rótula para la sujeción de la prótesis. Este produce una limitación de extensión en el tendón del cuádriceps. La prótesis PTS, en su forma común, abarca y encierra más superficie del muñón que la necesaria (la rótula de todas maneras no es adecuada para la transmisión de carga).

Sin embargo, después de que ese tipo de prótesis fuera desarrollado a mediados de los sesenta, la forma pura descrita existe muy raramente y las formas actuales de las prótesis representan "formas mixtas" de diferentes tipos. Este diseño se aplica más que todo para muñones muy cortos.



La Prótesis PTS (Supracondilar)

#### 6.2.4.4 LA PROTESIS PTK

(Prótesis Tibial Kegel, según KEGEL)

La PTK fue desarrollada a finales de los años setenta como forma mixta de las prótesis de cuenca mencionadas anteriormente. Por un lado, sigue los esquemas de modificación de la PTB, por otro lado, abarca los cóndilos del fémur. Además su corte frontal - proximal apoya el tendón del cuádriceps.

La cuenca de paredes suaves encierra completamente la rótula, la cuenca externa de resina ha sido recortada en la zona de la rótula, las orejas medial y lateral han sido jalonadas lo más posible en dirección dorsal y frontal.



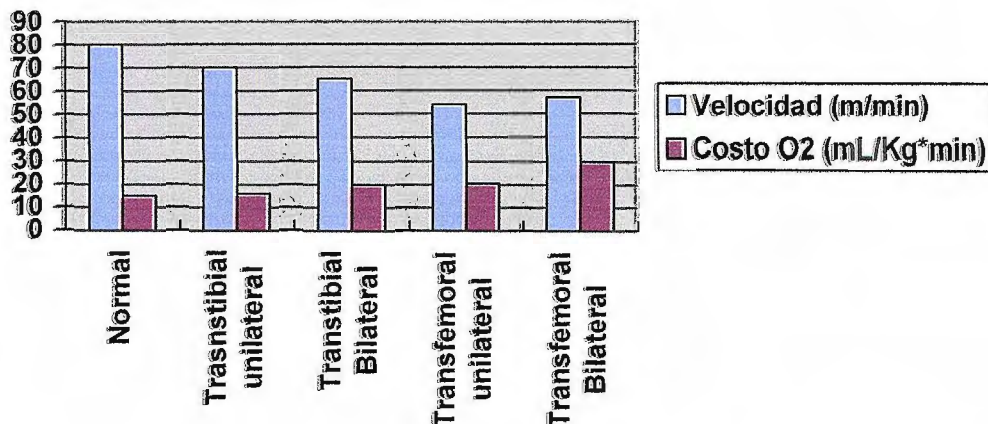
La Prótesis PTK (Supracondilar)

## **7.9 DESVIACIONES DE LA MARCHA**

### 6.2.5 Amputación Bilateral Con Prótesis

Pocos estudios de gasto de energía han sido realizados sobre usuarios con amputación bilateral de miembro inferior. Los datos, como se resumen en la siguiente tabla, deben ser interpretados cautelosamente porque relativamente pocos sujetos han sido estudiados. Esta información limitada indica que el usuario amputado bilateral inferior gasta el mayor esfuerzo que el amputado unilateral. Como con amputados unilaterales, el nivel de amputación afecta el funcionamiento: pacientes vasculares con desarticulación de Syme anduvieron más rápido y tuvieron un costo de O<sub>2</sub> inferior que los pacientes vasculares con la amputación transtibial y personas con amputaciones traumáticas transtibial que de igual manera tuvieron un mejor funcionamiento que las personas con amputaciones transfemorales. La distinción entre la amputación traumática y vascular tiene una importancia aún mayor funcional en amputados bilaterales, tal cual mostrado en la tabla. Las personas con amputaciones traumáticas transtibial anduvieron más rápido y en con un gasto de energía inferior hizo a sus colegas con amputaciones vasculares transtibial. Usuarios con amputaciones traumáticas fueron capaces de tolerar una tarifa más alta de consumo de O<sub>2</sub> así como una tarifa similar de corazón.

	Velocidad (m/min)	Consumo de O <sub>2</sub> (ml/Kgxmin)	Costo de O <sub>2</sub> (ml/KG x m)	Gasto cardiaco (latidos/min.)
<b>Amputaciones traumáticas</b>				
Transtibial	67	13.6	0.2	112
Transfemoral	54	17.6	0.33	104
<b>Amputaciones vasculares</b>				
Syme	62	12.8	0.21	99
Transtibial	40	11.6	0.31	113



#### 6.2.5.1. CAPACIDADES FUNCIONALES EN AMPUTADOS BILATERALES TRANSTIBIALES

La distinción entre la amputación traumática y vascular tiene una importancia aún mayor funcional en amputados bilaterales, tal cual mostrado en la tabla. Las personas con amputaciones traumáticas transtibial anduvieron más rápido y en con un gasto de energía inferior hizo a sus colegas con amputaciones vasculares transtibial. Usuarios con amputaciones traumáticas fueron capaces de tolerar una tarifa más alta de consumo de O2 así como una tarifa similar de corazón. Sujetos con amputaciones traumáticas transfemoral tenía tanto tarifas más altas de consumo O2 como la velocidad reducida.

Amputados bilaterales por debajo de la rodilla deben adaptarse a la prótesis PTB usando un sistema de suspensión apropiado a la longitud y características de cada muñón de amputación. Las prótesis deben hacerse 2,5 cm. más cortas que la longitud de la pierna antes de amputar, para que tengan mayor estabilidad.

El pie SACH que se usa normalmente, debe tener el talón ligeramente más duro, para protegerlo de las caídas hacia atrás. Si se usan montajes pie-tobillo con eje sencillo, la goma que limita la flexión plantar debe tener cierta mayor resistencia por la misma razón.

Los amputados bilaterales por debajo de la rodilla, normalmente pueden andar, subir y bajar escaleras y bordillos satisfactoriamente, pero un poco más despacio que los no amputados. Estos pacientes pueden tener contracturas en flexión de la rodilla, así como de la cadera, que compromete su estabilidad. Por ello se deben tomar medidas preventivas para evitar el desarrollo de tales contracturas.

## **6. Elaboración de prótesis**

### **6.1 Fabricación del molde negativo de yeso**

Ambas prótesis se realizaron KBM, con un proceso de elaboración de 3 fases:

1. Cuerpo del muñón
2. Presión rotuliana/fosa poplítea
3. Presión supracondilea medial

### **6.2 Recepción del usuario, inspección de ambos muñones**

1. Se toman los datos personales del usuario.
2. Evaluamos los siguientes aspectos de ambos muñones:
  - ↗ Textura
  - ↗ Cicatriz
  - ↗ Estabilidad de la rodilla
  - ↗ Existencia o no de contracturas (arcos de movimiento)
  - ↗ Fuerza muscular

### **6.3 Toma de medidas**

- ↗ Largo del muñón
- ↗ Medidas M-L al nivel de cóndilos femorales y supracondilar
- ↗ Medida A-P a nivel del tendón rotuliano
- ↗ Circunferencias de pierna contralateral a nivel del tobillo y la pantorrilla
- ↗ Largo del pie
- ↗ Altura de la línea interarticular de la rodilla al piso

### **6.4 Toma de medida enyesada**

#### **6.4.1 Primera fase**

1. Se coloca una media de nylon sobre el muñón



2. Se marcan las siguientes áreas con lápiz indeleble:

- ✎ Cabeza del peroné
- ✎ Rótula y tendón rotuliano
- ✎ Tuberosidad y extremo distal de la tibia
- ✎ Cresta tibial
- ✎ Borde superior del cóndilo interno del fémur
- ✎ Extremo distal del peroné
- ✎ Zonas sensibles a carga y presión.

3. Se preparan lengüetas de venda de yeso (5-6 capas), para colocar en las zonas a liberar.

Se recortan de acuerdo a la zona en que serán colocadas.

Se preparan 3 lengüetas para aliviar la presión en las siguientes áreas:

- ✎ A lo largo de la cresta tibial
- ✎ Cabeza del peroné
- ✎ Extremo distal del peroné

4. Se colocan las lengüetas de yeso en las áreas críticas ya mencionadas.

5. Al fraguar estas lengüetas se les coloca vaselina para poder retirarlas del negativo posteriormente.

6. Luego se hacen unas marcas a partir del tendón rotuliano y cada 5cm de proximal a distal. Luego se miden las circunferencias sobre cada una de las marcas realizadas sobre las 6 lengüetas. En la primera fase de la toma del molde negativo el muñón debe estar en extensión completa y el vendaje debe de hacerse de proximal a distal iniciando por arriba de los cóndilos femorales

7. El yeso debe conformarse dándole una forma triangular, Debe hacerse presión en el tercio posterior del cóndilo femoral con el tercero y cuarto dedo, realizando además un masaje continuo desde distal a proximal.

Es importante además que el cóndilo medial de la tibia quede bien definido, lo cual se logrará a través del masaje continuo.

También debemos realizar una presión moderada a cada lado del tendón rotuliano y en la región de la fosa poplítea.

8. Al fraguar el yeso, se retira del muñón teniendo en cuenta no deformarlo.

9. Se retiran las lenguetas.

10. Se marcan las líneas de corte:

- En la cara anterior la línea de corte debe proyectarse hasta el borde inferior o distal de la rótula.

- En las paredes laterales la línea de corte se proyecta ligeramente por arriba del punto de presión supracondíleo.

- Para marcar la línea de corte en la pared posterior debemos:

a) Colocando el molde negativo en ligera flexión trazaremos una línea a nivel del tendón rotuliano la cual se proyectará hasta la cara posterior del molde negativo.

b) Posteriormente tomando como referencia la línea anterior trazaremos otra línea

2cm. por debajo de la anterior.

c) Luego uniremos esta última línea con las líneas dibujadas en el borde proximal de las paredes laterales.

Se realizan los cortes, y se hace un agujero en el extremo distal del molde negativo

11. Cuando ya se han realizado los cortes de los bordes proximales de las cuatro caras del molde negativo:

-Colocamos una media en el muñón y se realiza la prueba con el molde negativo, en este momento verificaremos:

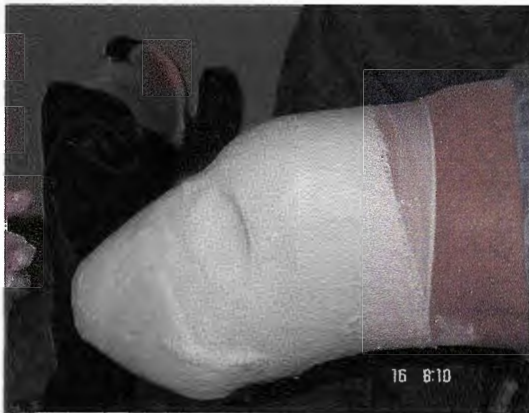
a) Que el molde negativo en su interior tenga una forma triangular

b) Que la presión supracondilar se encuentre por encima del 1/3 posterior del cóndilo femoral.

c) El recorte de la cara anterior del negativo debe coincidir con el borde inferior de la rótula.

d) Debe existir un contacto total.

- Pedimos al usuario que realice movimientos de flexo-extensión con resistencia para determinar que no hay puntos de presión.



6.  
4.  
2  
Se  
gu  
nd



#### **a fase**

1. Pedir al usuario que flexione el muñón a 90°
2. Apoyar el muñón sobre uno de nuestros muslos
3. Verificar que el molde negativo este bien ajustado al muñón
4. Cortar una lengüeta de 6 capas y el largo suficiente para cubrir la parte posterior del muñón a la altura de la fosa poplítea.
5. Colocar la lengüeta y realizar presión entre los tendones de los músculos flexores de la rodilla (isquiotibiales).

#### **6.4.3 Tercera fase**

1. Se refuerza la presión supracondílea, con una lengüeta de venda de yeso de unas 6 capas, esta lengüeta debe cubrir la parte anterior y lateral de la rodilla.
2. Antes de colocar la lengüeta, se debe colocar vaselina o cualquier otro aislante sobre el molde negativo para poder luego retirar la lengüeta.
3. Tomamos una medida M-L a nivel de la presión supracondílea sobre la última lengüeta colocada.

4. Se retira la lengüeta sin olvidar hacer unas marcas para poder colocarlo luego en la forma correcta.
5. Se retira el molde negativo y se limpia el muñón.

## **6.5 Fabricación del molde positivo**

### 6.5.1 Vaciado del molde negativo.

1. Se preparan todos los materiales para proceder a vaciar el molde negativo.
2. Sellamos el molde para poder vaciarlo.
3. Preparamos el yeso calcinado para vaciar el molde sin olvidar colocarle un tubo al centro para poder manipularlo luego.

### Modificación del molde positivo

1. Retiramos el molde negativo y se remarcan las líneas en el molde positivo.
2. Se controlan las medidas en el molde positivo.
3. Se regulariza el molde y se modifican las zonas de carga y descarga, con base en las medidas tomadas anteriormente, y conservando la forma anatómica del muñón.
4. Se corroboran nuevamente todas las medidas y se pule el molde finamente con lija de agua y cedazo.

## **6.6 Cuenca de prueba**

### 6.6..1 Fabricación del socket de chequeo.

1. Para obtener un socket de chequeo, se plastifica el molde positivo con polipropileno de 5mm.

### Socket de prueba

Verificamos lo siguiente:

1. Que exista un contacto total
2. No hayan zonas de presión realizando movimientos de flexión y extensión
3. Los tendones de los músculos isquiotibiales queden libres
4. El punto de presión supracondíleo y la suspensión.

## **6.7 Fabricación de la cuenca suave (endsocket)**

### 6.7.1 Pasos generales

1. Obtener las siguientes medidas del molde positivo:

- La circunferencia proximal más 1.5cm.
- La circunferencia distal menos 1.5cm.
- El largo del molde más 2.5cm.

2. Cortar un pelite de 5Mm.:

- El ancho debe ser igual a la medida de la circunferencia proximal modificada (aumentada en 1.5cm.)

- El largo debe ser igual al del molde (aumentado en 2.5cm.)

4. Sacar el centro del rectángulo en el lado proximal y distal del pelite.

5. En el extremo distal, cada lado partiendo del centro del trapecio debe ser igual a la mitad de la circunferencia distal modificada). Al cortar el pelite en las medidas, tendremos entonces un trapecio.

6. Medir 1.5 cm. partiendo de la orilla hacia el centro del trapecio. Desbastamos en el anverso de un lado y en el reverso del otro lado, formando un ángulo de 30° con la fresadora.

7. Formar un cono pegando ambos lados del trapecio.

8. Cortar un cuadrado de 10 cm. y moldearlo sobre el extremo distal del molde, para formar un cojín distal.

9. Desbastar las orillas del cojín y colocarlo sobre el extremo distal del molde. (Sujetarlo con un clavo sin cabeza).

10. Aplicar calor al cono y conformarlo sobre el molde positivo.

11. Conformar cuidadosamente la zona de la presión supracondilea y rellenarla con pequeñas *piezas de pelite*, dejando una ligera concavidad.

12. Cortar un segundo cuadrado de 10 cm. y lo moldeamos sobre el extremo distal del molde, incluyendo los que ya habían sido moldeado antes.

13. Pegamos este segundo cojín y lo desbastamos en su orilla a cero.

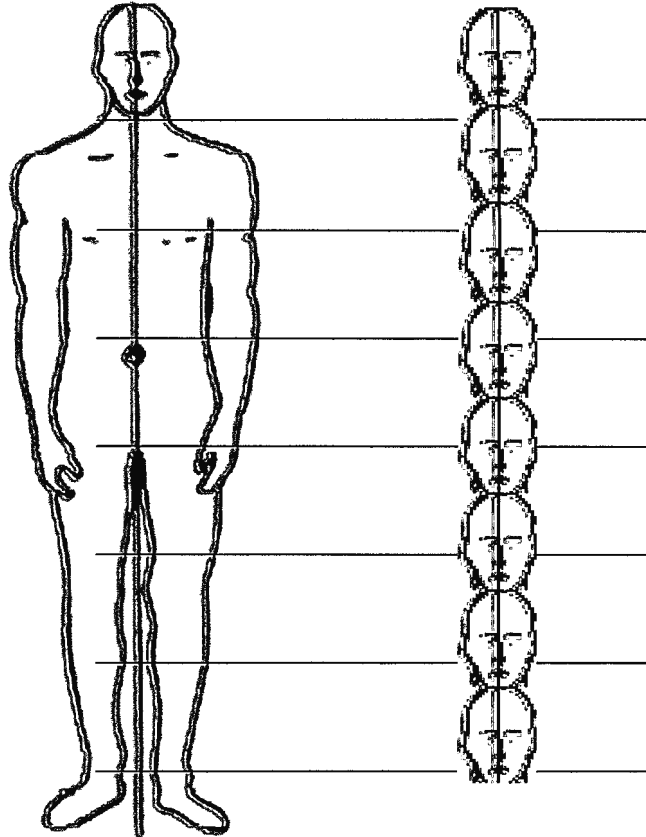
NOTA: En caso de que sea una prótesis modular, necesitamos colocar varias capas de pelite en la parte distal del molde para luego poder lijar y dar la alineación de la cuenca al endosocket y así poder colocar el adaptador de pirámide sin perder la alineación.

## **6.8 Fabricación de la cuenca de resina**

1. Se coloca una bolsa de PVA sobre el molde positivo y el endosocket, esto con el fin de aislar la cuenca suave de la resina.
2. Colocamos un cono de felpa sobre la bolsa de PVA
3. Se colocan dos capas de media de perlon o nylon  
Se coloca la pirámide bien centrada sobre la superficie con la alineación correcta.
4. Colocamos una capa de fibra de vidrio para reforzar la pirámide, teniendo cuidado de colocar la fibra a nivel de la pirámide.
5. Luego colocamos dos medias más.
6. Colocamos una bolsa de PVA para realizar el baño de resina.
7. Preparamos la cantidad de resina  
450gr. Para el muñón derecho  
400gr. Para el muñón izquierdo.
8. Añadimos los reactantes.
9. Colocamos esta mezcla dentro de la última bolsa de PVA y distribuimos uniformemente cuidando de no dejar excesos.
10. Cuando la resina ya ha fraguado se procede a realizar los cortes y separación de la cuenca de resina del molde positivo.

## **6.9 Alineación de Banco**

Para hallar la altura de las prótesis, nos basamos en la estatura de antes de amputado, en la de sus prótesis actuales y realizamos un canos de 8 cabezas.



1 era. Cabeza equivale a la misma cabeza de la base superior al mentón.

2da. Cabeza, llega al nivel de las tetillas.

3ra. Cabeza, llega a las crestas iliacas

4ta. Cabeza, área del promontorio.

5ta. Cabeza, 1/3 distal del muslo.

6ta. Cabeza, Tendón rotuliano.

7ta. Cabeza, ala altura de la unión músculo-tendinosa de los gastronemios.

8va. Cabeza, al suelo.

En este caso lo que se realizó fue medir las dos últimas cabezas, es decir; del tendón rotuliano al suelo. Cómo el largo de su cabeza equivale a 22.2cm.

Multiplicamos  $22.2 \times 8(\text{cabezas}) = 177.6\text{cm}$ .

Como la estatura nos coincide con la que el tenía antes del trauma, seguimos con el siguiente paso.

Se suman dos cabezas que equivalen a la altura del tendón rotuliano y se trabaja con esa medida para la altura de las prótesis.

El número de pie a utilizar es de 28 cm. De acuerdo al calzado que usaba.

Una vez obtenida la altura de las prótesis, Se procede a montar lo componentes protésicos para dar la alineación siguiente:

1. En vista anterior: línea de plomada se proyecta por el centro de la rodilla y entre I y II dedo.
2. En vista lateral: La línea de plomada se proyecta por el centro de la cuenca y un centímetro por delante del tercio posterior del pie.
3. En vista posterior: la plomada se proyecta por el centro de la fosa poplítea y el centro del talón.
4. Si existiera una contractura se debe de considerar al momento de dar la alineación al socket.



### **6.10 Alineación estática**

1. Colocar la prótesis al usuario
2. Evaluar la buena adaptación de la prótesis al muñón
3. Controlar la altura auxiliándose de:
  - ✎ Espina Iílicas Antero superiores



- ↗ Espinas Ilíacas Posterosuperiores
- ↗ Crestas Ilíacas
- ↗ Nivel de los hombros
- ↗ Agujeros sacros
- ↗ Nivel de tetillas
- ↗ Etc.

4. Controlar que el zapato hace buen contacto con el piso en sus cuatro caras:

- ↗ Anterior
- ↗ Posterior
- ↗ Medial
- ↗ Lateral

5. Evaluar la marcha en la vista frontal y vista lateral. Si es necesario hacer ajustes.

### **6.11 Alineación Dinámica**

Se observa la marcha del paciente dentro de las barras paralelas, Si se ha realizado una buena alineación estática es probable que la alineación dinámica sea optimizada. EL paciente debe examinarse en l vista frontal y sagital, teniendo en cuenta que debe llevar acabo todas las fases de la marcha, durante cada paso que realiza. Una vez que la alineación se realiza, el paciente debe caminar con más energía, confianza y seguridad. Para los pacientes que por primera vez usan prótesis el proceso de entrenamiento llevara tiempo extra para que el usuario mejore su marcha



### **6.12 Acabado Final**

1. Para esto requerimos de dos fundas de espuma para la cosmética, internamente se rebajan hasta que la cuenca se pueda introducir dentro de la espuma a una altura del tendón patelar, una vez finalizado este paso, se arman los componentes, lo que es el tubo y el pie.
2. Se le da forma a la espuma de tal manera que ésta parezca una pierna anatómica. Dar forma a la prótesis, según las medidas de la pierna contralateral registradas en la hoja de información del usuario.
3. Hacemos el laminado final.

4. Lista para la entrega.



## 8. Análisis de Costos para Prótesis

Prótesis a cotizar: Tratamiento Protésico tipo KBM bilateral.

Material	Unidad de Medida	Precio	Cantidad Utilizada	Gasto
Vendas de yeso 6"	unidad	\$4.00	5	\$20.00
Yeso calcinado	50lb.	\$7.50	25lb.	\$3.75
Polipropileno	Lámina (200 x 100cm.)	\$70.00	70 x 100cm.	\$70.00
Kit transtibial y pie sach	Kit	\$350.00	2	\$700.00
Resina	galón	\$15.00	1	\$15.00
Bolsas de PVA	bolsa	\$2.00	4	\$8.00
Pelite	Hoja de 100 x 100cm.	\$11.00	1	\$11.00
Pega	Litro	\$20	1/4	\$5.00
Fibra de vidrio	Yarda	\$10.00	1/2	\$5.00
Stockinette 4"	yarda	\$2.00	4	\$8.00
Felpa	yarda	\$1.50	1	\$1.50
Media de silicon	unidad	\$30.00	2	\$60.00
Yeso calcinado	50 lb.	\$7.50	1/2	\$3.75
Thiner	galón	\$3.60	1	\$3.60
<b>TOTAL</b>				<b>\$914.6</b>

### 8.1 Materia Prima

#### 4.1.2. Costo de mano de obra y desglose total:

H = Horas trabajadas	25 horas
CH = Costo por hora efectiva de trabajo	\$ 20
MO = Mano de obra ( $H \times CH = MO$ )	\$250
CD = Costos Directos ( $MP + MO = CD$ )	\$454.75
CI = Costos Indirectos ( $MO \times 125\%$ )	\$312.50
MP = Materia Prima	\$204.75
PT = Precio Total ( $CI + CD = PT$ )	<b>\$767.25</b>

## 9. ANEXO

### 9.1 Objetivos generales AMPUTADOS BILATERALES

(Teniendo en cuenta el nivel de las amputaciones): La reeducación es la misma que unilaterales pero con más paciencia y trabajo. La resumimos de la siguiente forma:

#### 1er periodo

- ↻ Ejercicios respiratorios
- ↻ Masajes y contracciones estáticas de los muñones.
- ↻ Enseñanza de autonomía en silla de rueda hasta la protetización.

#### 2do periodo

- ↻ Tonificación de la cintura escapular y de los brazos.
- ↻ Pasaje de la posición de acostada a la posición de sentada.
- ↻ Tonificación de los muñones.
- ↻ Enseñanza de la colocación de prótesis.

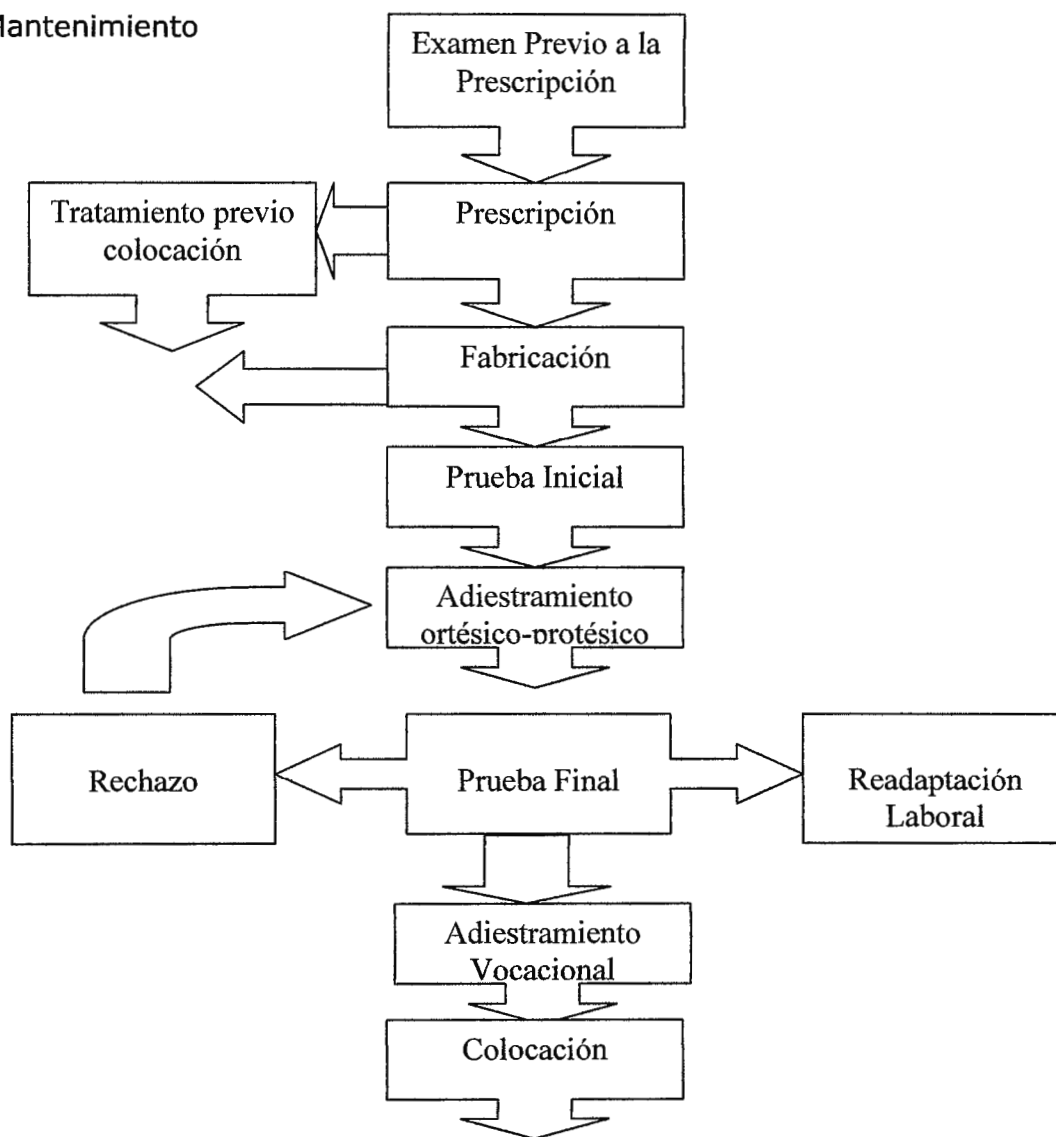
#### 3er periodo

- ↻ Pasaje de la posición de sentada a posición de pie.
- ↻ Búsqueda de equilibrio.
- ↻ Enseñanza de la marcha.
- ↻ Vigilancia y reeducación en forma de largo tiempo (estado de muñones, tolerancia a las prótesis).

## 9.2 Procedimientos clínicos en Protésica y Ortésica

Se ha desarrollado una sistemática de la operación clínica protésica-ortésica que incluye esencialmente los siguientes pasos:

1. Examen previo a la prescripción
2. Prescripción
3. Tratamiento previo a la colocación
4. Fabricación protésica-ortésica
5. Prueba inicial (Evaluación)
- 6\* Adiestramiento protésico-ortésico
7. Prueba final (Evaluación)
8. Mantenimiento



### **9.2.1 Examen previo a la prescripción**

Se recomienda que la primera consulta en la clínica, lo que se llama la consulta de prescripción, sea precedida por un adecuado examen físico y psicológico del paciente, de forma que la información pertinente acerca del paciente se halle de antemano al alcance de los miembros de la clínica.

Se pueden hacer formularios para resumir lo esencial de este examen tanto para los pacientes que requieran una prótesis como para aquellos en los que esté indicado un aparato ortésico. Se pueden hacer formularios por separado para diversos tipos de pacientes requiriendo prótesis o aparatos ortésicos. El estudio y análisis de esta información proporciona una sólida base para determinar el tipo y naturaleza del cuidado requerido por cada paciente en particular. El tratamiento puede ser médico, quirúrgico o propiamente protésico-ortésico, o bien una combinación de ellos.

### **9.2.2 Prescripción**

De ordinario, el primer contacto del paciente con la clínica es con la intención de conseguir una adecuada prescripción médica, quirúrgica o protésico-ortésica. En este momento son evaluados los resultados del examen previo a la prescripción y aquellos aspectos de la afección del paciente que tienen una proyección inmediata sobre problemas de restauración protésico-ortésica son vueltos a considerar. A continuación se hace una detallada consideración de los procedimientos adecuados de tratamiento para el paciente en cuestión. Si la prescripción resultante requiere cuidado médico, el médico o el terapeuta, según se indique, deberá encargarse de su ejecución. Si la prescripción es quirúrgica, el cirujano deberá tomar obviamente cartas en el asunto. Si la prescripción es protésica-ortésica, el protesista-ortésista asume la responsabilidad. En ciertos casos, la prescripción puede implicar varias de estas consideraciones pero, por lo común, el tratamiento protésico-ortésico es diferido hasta que los tratamientos médicos y quirúrgicos estén suficientemente avanzados.

La prescripción protésica-ortésica correcta debe ser una descripción detallada del aparato y de los servicios que el paciente debe recibir y no una mera

serie de instrucciones generalizadas. Esto último no es una prescripción en un auténtico sentido. La vaguedad de las instrucciones hará que el protesista-ortésista no sea capaz de construir un aparato definitivo con la seguridad de que su producto reflejará la intención del clínico o satisfará las necesidades del paciente.

Es poco todo lo que se insista sobre la importancia de una prescripción detallada. En el pasado, los protesistas y a veces los ortésistas se han visto en la situación de tener que diseñar completamente los aparatos como mejor les pareciera. Después de entregar tales aparatos, se criticaba al protesista-ortésista por la elección que hacían de los diversos componentes de los mismos y por su utilización de ciertos principios de ajuste y colocación. Tales dificultades se reducirán al mínimo obteniendo en la sesión clínica una prescripción detallada, mutuamente aceptable.

Es deseable, como parte de la operación clínica práctica, que el protesista-ortésista se ponga en contacto con el jefe clínico si desea efectuar o sugerir algún cambio significativo en la prescripción durante el curso de la fabricación. Tales sugerencias son a menudo totalmente adecuadas, al basarse en la nueva evidencia que surge durante el proceso de fabricación y colocación. De cualquier forma, lo importante es que el jefe clínico esté de acuerdo con los cambios propuestos antes de que se lleven a efecto.

En prótesis y ortésica, muchos de los juicios que se hacen son riesgos calculados o intuiciones. Como las decisiones que se tomen sobre la prescripción reflejarán el mejor parecer de todos, no parece razonable que las responsabilidades éticas y fiscales de estas decisiones recaigan sólo sobre el protesista-ortésista, sino que se deberá tratar de una responsabilidad conjunta de la clínica.

La experiencia en diversas clínicas ha enseñado que los compradores de prótesis y aparatos ortésicos prefieren depositar su confianza en el juicio de la clínica. Incluso en los casos en los que no se consiguen los resultados deseados, no les parece mal afrontar las pérdidas económicas que se deriven, por hallarse convencidos de que lo mejor del juicio profesional ha sido aplicado a la solución de su problema a través del proceso clínico.



### **9.2.3. Tratamiento previo a la colocación**

Cuando se halle indicado, el paciente es enviado a recibir terapia física adecuada, tal como fortalecimiento muscular y mejora del grado de movilidad y coordinación muscular, así como procedimientos destinados a estimular la contracción del muñón y a aliviar los síntomas relacionados con el trauma quirúrgico.

### **9.2.4. Fabricación protésico-ortésica**

La fabricación de la prótesis u ortesis por el técnico protésico-ortésico consiste esencialmente en la ejecución hecha previamente por la clínica.

### **9.2.5. Prueba inicial (Evaluación)**

Después de la "prescripción", la segunda responsabilidad importante del clínico es la "prueba inicial". Se plantean ciertas cuestiones acerca de si el término algo coloquial de "prueba" (chequeo) es la palabra que mejor describe esta actividad. De cualquier forma, dado que esta expresión está muy arraigada, deberá ser usada probablemente hasta que surja un término mejor.

La prueba inicial es esencialmente la primera evaluación del complejo prótesis-amputado o aparato ortésico-paciente como una entidad biomecánica.

Puede ser definida como un examen sistemático del paciente con la prótesis o el aparato ortésico. Esto se lleva a cabo antes de realizar el adiestramiento con el aparato y de entregárselo al paciente. En varias clínicas esta prueba se lleva a cabo con el aparato aún sin terminar, de forma que puedan ser introducidas pequeñas mejoras con un mínimo coste. La prueba inicial es importante por dos razones: proporciona la seguridad de que la prescripción hecha por el clínico ha sido seguida con exactitud y permite evaluar la adecuación biomecánica del aparato protésico-ortésico según criterios estandarizados parciales de calidad, eficiencia y diseño.

Es importantísimo que este último propósito se cumpla pasando el paciente por una prueba inicial satisfactoria antes de permitirle llevar el aparato durante un período prolongado. De esta forma se podrán introducir correcciones antes de que se desarrollen reacciones físicas o psicológicas indeseables. Aprender a usar las prótesis y los aparatos ortésicos, incluso los más perfeccionados, es para la mayor parte de los pacientes una tarea ardua y difícil. Hacerles utilizar un aparato inadecuado aumentará seriamente las dificultades. Es por tanto incumbencia de la clínica asegurarse de que la prótesis o el aparato ortésico es tan satisfactorio como sea posible antes de permitir al enfermo colocárselo, adiestrarse con él o llevárselo.

#### **9.2.6. Adiestramiento protésico-ortésico**

Para completar la evaluación satisfactoria de la prótesis o el aparato ortésico en la prueba inicial, el procedimiento normal requiere el envío del paciente al terapeuta para un adiestramiento protésico-ortésico apropiado.

Es importante recalcar que el adiestramiento tiene lugar propiamente después de haber sido remediadas todas las deficiencias importantes del aparato. Este procedimiento permite una transición continua y racional del cuidado del paciente del protesista-ortésista al terapeuta.

La duración, tipo e intensidad del adiestramiento dependerá de la naturaleza de la incapacidad, las características del paciente y otras consideraciones menores. El terapeuta puede permitir al paciente llevarse el aparato a casa en un momento apropiado del programa de adiestramiento.

Cuando el terapeuta, mediante evaluaciones objetivas y juicio clínico, considera que el paciente ha completado satisfactoriamente el programa de adiestramiento, se hacen los preparativos para la "prueba final".

#### **9.2.7. Prueba final (Evaluación)**

La mejor definición de "prueba final" es sin lugar a dudas aquella que la considera como un procedimiento mediante el cual, la clínica se asegura de

que el paciente no tiene necesidad inmediata de más atenciones protésico-ortésicas, médicas o quirúrgicas.

En esta prueba, que es la tercera responsabilidad importante de la clínica, se evalúa la extensión y efectividad del uso que hace el paciente de la prótesis o el aparato ortésico, se revisa la adecuación biomecánica del aparato, y se confirma la situación física y psicológica del individuo.

Una vez comprobado que estos tres factores son satisfactorios y que el paciente no necesita más cuidados protésico-ortésicos, médicos o quirúrgicos inmediatos, se puede considerar que el paciente ha completado el tratamiento necesario.

### **9.2.8. Mantenimiento**

Dado que las prótesis o los aparatos ortésicos están sometidos a cambios mecánicos y el paciente es sujeto frecuentemente de alteraciones físicas, se debe considerar la relación paciente-prótesis (aparato ortésico) transitoria, por óptima que sea. En consecuencia, el máximo rendimiento de la función protésico-ortésica sólo se obtiene cuando el paciente pasa por revisiones periódicas durante un tiempo indefinido.

Un modelo que se propone para tales visitas de revisión es una visita cada seis meses. Otros han recomendado un esquema graduado de visitas. En cualquier caso, el propósito de estas visitas es determinar que no se hayan producido cambios en las características físicas del paciente que afecten adversamente el ajuste y alineación del aparato y que no se hayan desarrollado deficiencias mecánicas tendentes a disminuir la eficiencia del aparato.

Algunos de los cambios que pueden tener lugar son tan pequeños que el paciente puede no darse cuenta de ellos, mientras que la clínica, utilizando una observación más experta y procedimientos objetivos de medida, es capaz de descubrir tales deficiencias.

Los tres pasos fundamentales en el proceso clínico protésico-ortésico, prescripción, prueba inicial y prueba final, son enfocados como el mínimo fundamental en el cuidado de cualquier individuo que requiera una prótesis o aparato ortésico por primera vez. En el caso de un paciente que sea visto únicamente para proceder a reemplazar su aparato, las pruebas inicial y final son combinadas convenientemente en un único paso, dando por sentado que se han llevado a cabo revisiones periódicas y que éstas han sido satisfactorias. De otra forma, cuando las condiciones no son totalmente satisfactorias, tanto la prueba inicial como la final pueden requerir varias repeticiones antes de que puedan ser consideradas satisfactorias. En raras ocasiones puede estar indicada una nueva prescripción.

### **9.2.9 Otras consideraciones**

Hay varias consideraciones adicionales que no son ni médicas ni protésico-ortésicas en el sentido estrictamente técnico y que sin embargo afectan seriamente a las operaciones clínicas. Creemos que es conveniente prestar cierta atención a estos factores. Incluyen los siguientes:

#### **9.2.9.1. Administración clínica o coordinación**

A fin de reducir al mínimo la natural confusión que experimenta un paciente al dirigirse a una clínica, es importante que consideraciones tales como el horario para los pacientes, la adecuada preparación de los formularios, el cuidado del instrumental de prueba, la reducción del tiempo de espera de los pacientes y la posibilidad por parte del paciente de recurrir siempre a la misma persona en busca de consejo, deben ser tenidas en cuenta en la organización de una clínica con un buen funcionamiento.

#### **9.2.9.2. Instalaciones**

A veces se pasa por alto que una habitación tranquila, amplia y bien iluminada para la consulta, con las zonas de espera y de vestirse adecuadamente separadas de la de operaciones clínicas, así como un esquema razonable de control de las visitas, son requisitos importantes. El

uso de prótesis, ortesis, fotografías, planos, esquemas o cualquier otro material audio visual, es útil y puede servir para la orientación de nuestros pacientes.

### **9.2.9.3. Interacción entre los miembros de la clínica**

Un problema no infrecuente es la dominación de las actividades de la clínica por uno de sus miembros, habitualmente el médico o el protesista-ortésista. Algunos jefes clínicos, quizás a causa de consideraciones de categoría, no plantean cuestiones ni sacan suficiente partido de los conocimientos de los demás miembros de la clínica. En lugar de ello, resuelven las situaciones que pueden resultarles molestas de una forma que elimina de raíz la potencial contribución de los demás miembros del grupo

En el otro extremo, el protesista-ortésista puede, a veces, controlar la clínica. En estos casos, no se llevan a cabo discusiones acerca de las cuestiones protésico-ortésicas controvertidas y, en efecto, el clínico pasa a ser de hecho una plataforma para el protesista-ortésista. De vez en cuando, este problema se acentúa cuando falta interés por parte del médico o cuando se halla sobrecargado con responsabilidades que no le permiten tiempo suficiente para prestar atención al trabajo protésico-ortésico.

La situación ideal es, desde luego, aquella en la que la experiencia de todos los miembros es totalmente utilizada para solucionar el problema de que se trate. Es responsabilidad del jefe clínico sentar la pauta de esta interacción y de ordinario se requieren la experiencia y la categoría del médico para dirigir estas reuniones. En consecuencia, la clínica protésico-ortésica es, en un sentido real, un ejercicio de dirección médica.

### **9.2.9.4. Efectos psicológicos sobre los pacientes**

No se puede negar la importancia de los factores psicológicos a la hora de conseguir un buen ajuste protésico-ortésico. Este proceso, aunque complejo, parece implicar al menos dos importantes consideraciones en relación a la operación clínica. Consisten en proporcionar al paciente una clara comprensión del proceso de tratamiento y del equipo protésico-ortésico que

va a llevar, así como un sentimiento de interés amistoso, apoyo psicológico y relación personal.

En conclusión, aquellas clínicas que no reparan en cualquiera de los factores citados hallan que los resultados que consiguen no son enteramente satisfactorios, independientemente del grado de competencia técnica que posean los miembros del equipo de rehabilitación. La clínica protésico-ortésica es parte integral del proceso de rehabilitación psicológica y debe proporcionar un apoyo de tipo personal, así como un servicio técnico apropiado.

### **9.3 ASPECTOS PSICOLÓGICOS DE UNA AMPUTACIÓN**

#### **7.3.1 Introducción**

La amputación es una incapacidad que puede afectar a los niños, a los adultos y a los ancianos, ya que ocurre a cualquier edad de la vida humana.

La manifestación primaria es el niño que nace amputado congénito, con una extremidad o extremidades incompletas. La última ocurre cuando se amputa un miembro a un individuo de mucha edad en un esfuerzo para ayudar a que su vida se prolongue unos meses o años más. Los factores que influyen en el cuidado y tratamiento de un niño que ha nacido sin un miembro son muy diferentes de los que afectan al tratamiento de un adulto con una amputación traumática sufrida como resultado de un accidente de automóvil, y son también diferentes los problemas del anciano que ha sufrido la amputación de un miembro en sus últimos años a causa de la diabetes. Se ve claramente que los problemas de la amputación dependen en gran manera de la edad cronológica del individuo y están específicamente relacionados con los atributos psicológicos y físicos que son característicos de su edad.

Es importante que tomando los amputados en grupo, no está relacionada directamente la extensión de la pérdida física con las dificultades psicológicas del paciente. Estas dificultades dependen en su mayor parte de los atributos personales del individuo que del tipo de amputación. Por tanto, un individuo

con una pérdida física limitada, puede presentar problemas de adaptación mayores que otro individuo con una pérdida más importante.

Dirigiendo nuestra atención a las reacciones de la conducta del amputado, el análisis de los aspectos psicológicos del problema sugiere que se analicen mejor siguiendo tres canales.

El primero concierne a las experiencias y problemas reales con los cuales tropieza el individuo como resultado de la amputación.

El segundo trata de la variedad de formas con que el paciente reacciona a estos estímulos, los tipos de conducta que despliega y las introspecciones del paciente concernientes a su incapacidad.

La tercera discusión concierne a la identificación de aquellos procesos psicodinámicos que clarifican las relaciones entre las experiencias objetivas asociadas con la amputación y el resultado de las respuestas de la conducta.