



FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS  
DEPARTAMENTO DE ORTESIS Y PRÓTESIS

**FABRICACIÓN DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL TIPO PTB Y ORTOPROTESIS  
PARA DEFICIENCIA FOCAL FEMORAL PROXIMAL SIN CIRUGÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE:  
TÉCNICO EN ORTESIS Y PRÓTESIS

PRESENTADO POR:  
EMILIO ERNESTO ELÍAS VENTURA

3 DE MARZO DEL 2004  
SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO HUGUET

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA

DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS

ING. VICTOR ARNOLDO CORNEJO

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

TEC. DENYE LOZANO

JURADO EXAMINADOR

ING. EVELIN MENA DE SERMEÑO

TEC. MARIO GUEVARA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE ESTDIOS TECNOLÓGICOS

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**FABRICACIÓN DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL TIPO PTB Y ORTOPROTESIS  
PARA DEFICIENCIA FOCAL FEMORAL PROXIMAL SIN CIRUGÍA**

ING. EVELIN MENA DE SERMEÑO  
JURADO

TEC. MARIO GUEVARA  
JURADO

TEC. DENYE LOZANO  
ASESOR

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por lo maravilloso que ha sido conmigo durante toda mi vida. Por haberme dado la familia que tengo, por darme salud, por guiarme a encontrar esta profesión a la que le tengo tanto gusto y por ayudarme a tomar tantas decisiones.

Agradezco a mis padres, Juan Elias y Delia Luz Ventura, por todo el apoyo que me han brindado en toda mi formación educativa y personal durante todos estos años.

A Maite, que durante estos tres años me apoyo como ninguna otra persona lo habia hecho jamás, verdaderamente muchisimas gracias.

A mi familia, amigos y compañeros de los diferentes años que siempre me animaron. A todos los catédricos que compartieron sus conocimientos y experiencia durante el transcurso de la carrera.

A mi asesora de tesis por su orientación a lo largo de este proceso, y a todos aquellos que de alguna u otra forma hicieron que esto pudiera ser posible. Gracias.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios, sin el nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres y hermanos

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.	2
1.1 OBJETIVO GENERAL.	2
1.2 OBJETIVO ESPECIFICO.	2
1.3 ALCANCE.	2
1.4 LIMITACIONES.	2
CAPITULO II	3
2.1 DATOS PERSONALES.	3
2.2 HISTORIA CLÍNICA.	3
2.3 ANTECEDENTES PERSONALES	4
2.4 EXAMEN FÍSICO.	5
2. 5 EVALUACIÓN MUSCULAR Y ARCOS DE MOVIMIENTOS DE MIEMBROS INFERIORES.	5
CAPITULO III.	7
3.1 INTRODUCCIÓN.	7
3.2 INDICACIONES DE LAS AMPUTACIONES.	8
3.3 NIVEL DE AMPUTACIÓN.	9
3.4 OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE PROTETIZACIÓN.	10
3.5 BIOMECÁNICA DEL ALOJAMIENTO DEL MIEMBRO RESIDUAL.	10
3.6 CONDICIONES A LA QUE ESTÁN SUJETAS LAS PRÓTESIS.	11
3.6.1.1 Condiciones Fisiológicas.	11
3.6.1.2 Condiciones Pato-fisiológicas.	11
3.6.2 Condiciones Biomecánicas	12
3.6.3 Condiciones Mecánicas.	12
3.7 ZONAS DE DESCARGA Y CARGA EN LA CUENCA PARA UNA PRÓTESIS TRANSTIBIAL.	13

3.7.1 Zonas de Descarga. (Áreas Sensibles a la Carga del Muñón).	13
3.7.2 Zonas de Carga (Áreas del Muñón que permiten presión).	14
3.8 CRITERIO INDIVIDUALES DE ALINEACIÓN DE LA CUENCA.	14
3.9 ALINEACIÓN ESTÁTICA DE LOS COMPONENTES PROTÉTICOS.	15
3.10 ALINEACIÓN DINÁMICA DE LOS COMPONENTES.	16
3.11 CORRECCIONES DINÁMICAS Y SU INFLUENCIA. SOBRE EL CUADRO DE LA MARCHA.	17
3.12 PRÓTESIS P.T.B. (Patellar Tendon Bearing)	18
3.12.1 Prescripción.	19
CAPITULO IV.	20
4.1 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PROTESIS TRANSTIBIAL DE TIPO P.T.B.	20
4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN.	21
4.2.1 Toma de Medida.	21
4.2.2 Toma de Molde Negativo.	22
4.2.3 Elaboración y Modificación del Molde Positivo.	23
4.2.4 Termoconformado de la Cuenca de Prueba.	24
4.2.5 Prueba de Cuenca.	25
4.2.6 Elaboración de Endosocket	25
4.2.7 Laminación de la Cuenca en Resina.	26
4.2.8.1 Alineación Estática.	26
4.2.9. Alineación Dinámica.	27
4.2.10 Laminación Final.	27
4.2.11 Elaboración de Espuma Cosmética.	28
4.2.12 Acabado Final.	28

CAPITULO V	29
5.1 REHABILITACIÓN.	29
5.2 FASES DE LA REHABILITACIÓN.	29
5.2.1 Fase Pre-quirúrgica.	29
5.2.2 Fase Quirúrgica.	29
5.2.3 Fase de Entreno Pre-protésico.	30
5.2.3.1 Aspecto Psíquico	30
5.2.3.2 Aspecto Físico.	30
5.2.3.2.1 Cuidado del Muñón.	30
5.2.4 Fase de Entreno Protésico.	32
CAPITULO VI.	34
6.1 CUIDADO DE LA PRÓTESIS.	34
6.1.1 Endosocket.	34
6.1.2 Mantenimiento Protésico.	34
CAPITULO VII	35
7.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA.	35
7.2 COSTOS DE FABRICACIÓN.	36
7.3 COSTOS DE MANO DE OBRA	37
7.4 COSTOS INDIRECTOS.	37
7.5 COSTO TOTAL	37
CAPITULO VIII	38
8.1 DATOS PERSONALES.	38
8.2 HISTORIA CLÍNICA.	38
8.3 EXAMEN FÍSICO.	38
8.4 EVALUACIÓN MUSCULAR Y ARCOS DE MOVIMIENTOS DE MIEMBROS INFERIORES.	40
8.5 ANÁLISIS RADIOGRÁFICO.	41

CAPITULO IX.	42
9.1 DEFICIENCIA PROXIMAL FEMORAL FOCAL (PFFD).	42
9.2 ETIOLOGÍA.	42
9.3 INCIDENCIA	42
9.4 EMBRIOLOGIA.	42
9.5 RESULTADOS CLINICOS.	43
9.6 CLASIFICACIÓN.	44
9.7 ANOMALÍAS ASOCIADAS.	45
9.8 TRATAMIENTO.	45
9.8.1 Prótesis Sin Cirugía.	46
9.8.2 Prótesis con Cirugía.	46
9.8.2.1. Tratamiento para PFFD unilateral.	47
9.8.2.2 Tratamiento para PFFD bilateral.	48
CAPITULO X	49
10.1 ORTOPROTESIS.	49
10.2 INDICACIONES.	49
10.3 DESCRIPCIÓN.	49
10.4 ALINEACIÓN.	51
CAPITULO XI	52
11.1 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD.	52
11.2 PROCESO DE FABRICACION DE UNA ORTOPROTESIS ENDOESQUELETAL, SIN ARTICULACION DE RODILLA PARA UNA DEFICIENCIA FOCAL PROXIMAL DEL FEMUR DE TIPO D.	53
11.2.1 Toma de Medidas.	53
11.2.2 Toma del Molde Negativo.	53
11.2.3 Elaboración y Modificación del Molde Positivo.	54
11.2.4 Termoconformado de la Cuenca de Prueba.	54
11.2.5 Prueba de Cuenca.	55

11.2.6 Laminación de la Cuenca en Resina.	56
11.2.7 Alineación Estática.	56
11.2.8 Alineación Dinámica.	57
11.2.9 Laminación Final.	57
11.2. 10 Acabado Final.	58
CAPITULO XII	59
12.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA.	59
12.2 COSTOS DE FABRICACIÓN.	60
12.3 COSTOS DE MANO DE OBRA.	61
12.4 COSTOS INDIRECTOS.	61
12.5 COSTO TOTAL.	61
CONCLUSIONES	62
ANEXOS	63
SISTEMAS MODULARES.	63
SUSPENSIÓN.	64
POSICIONAMIENTO.	64
EJERCICIOS.	65
FACTORES PARA EL TRATAMIENTO DEL PFFD.	66
DEFORMIDADES CONGENITAS DEL PERONÉ.	
HEMIMELIA POSTAXIAL DE LA PIERNA.	67
DESGARRO DE LOS LIGAMENTOS CRUZADOS.	68
AYUDAS PARA LA MARCHA.	69
TABLA DE VALORES MUSCULARES.	71
ADAPTACIONES ORTOPROTESICAS.	72
IMÁGENES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.	73
BIBLIOGRAFIA.	78
GLOSARIO.	79

## INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra el proceso de fabricación de una prótesis transtibial endoesquelética de tipo PTB, así como también la fabricación de una Ortoprótisis para una Deficiencia Focal Femoral Proximal.

Para la elaboración y montaje de cada uno de estos dispositivos se consideraron las condiciones individuales de cada uno de los usuarios, los cuales son determinantes para la prescripción de los dispositivos, elección de los componentes y aspectos específicos para el proceso de fabricación según las características, patologías y estado neuromusculoesquelético a tratar.

## CAPITULO I

### 1.1 OBJETIVO GENERAL.

Mostrar los procesos de elaboración de una prótesis transtibial tipo PTB y una ortoprótesis de manera clara, para comprender la fabricación y el montaje de sus componentes, haciendo del conocimiento que estos dependen de las características propias e individuales de cada una de las discapacidades a tratar.

### 1.2 OBJETIVO ESPECIFICO.

1. Poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del curso con usuarios reales.
2. Describir el proceso de fabricación de una prótesis para amputación transtibial con encaje tipo PTB endoesqueletal y una ortoprótesis, considerando los criterios de evaluación y alineación para cada uno de ellos.

### 1.3 ALCANCE.

1. Haber logrado satisfacer las expectativas de los usuarios por las características cosméticas y funcionales tanto de la prótesis como de la ortoprótesis.
2. Cubrir la necesidad de aditamentos ortoprotésicos para la realización de la actividad diaria de diferentes usuarios.

### 1.4 LIMITACIONES.

1. Es muy difícil conseguir usuarios que puedan esperar meses por una prótesis o una ortesis cuando la están necesitando con mucha urgencia.
2. Existe el riesgo de desechar el material bibliográfico o el marco teórico documentado con anterioridad, debido a inconvenientes por parte de los usuarios.
3. Existen muchas limitantes al momento de cotizar precios con proveedores extranjeros.

## CAPITULO II

### CASO No. 1

#### 2.1 DATOS PERSONALES.

Nombre: Elías Misael Alfaro

Edad: 27 años

Fecha de Nacimiento: 12 de Abril de 1976

Estado Civil: Soltero

Ocupación: Diseñador Grafico

Dirección: Urbanización el Tikal Primera Etapa, Calle Principal, Av. Pancajche, Polígono M, #35, Apopa, San Salvador.

Estatura: 1.85 metros.

Peso: 185 libras.

Diagnóstico: Amputación transtibial del miembro inferior izquierdo a nivel del tercio medio.

Prescripción: Prótesis tipo P.T.B. con suspensión de Banda de Neopreno.

#### 2.2 HISTORIA CLÍNICA.

Usuario referido del Instituto Salvadoreño del Seguro Social consulta al Departamento de Ortesis y Prótesis de la Universidad Don Bosco para el mantenimiento de su prótesis transtibial. El usuario expresa que la causa de la amputación fue a raíz del estallido de un coche bomba cuando circulaba a mediaciones de las instalaciones de FENASTRAS, atentado ocurrido el 31 de Octubre de 1989. Fue llevado al Hospital Rosales donde estuvo ingresado por dos meses en observación y recibiendo atención médica. El primer tratamiento que recibió fue la colocación de un par de tutores en la zona de la fractura (abierta con sangramiento externo, conminuta) y la regularización del tejido dañado con el fin de salvar el miembro. Fue amputado después de dos semanas debido a que se le diagnosticó gangrena en los dedos, la cual fue extendiéndose, por lo que se le hicieron biopsias para determinar el nivel de propagación. Comenta además que

después de la primera intervención quirúrgica la parte seccionada no fue cerrada, ya que le realizaron tracción del tejido cutáneo para posteriormente realizar la sutura. Esto implica que el usuario tuvo un proceso prequirúrgico en el cual un trabajador social le explicó su situación y posibilidades protésicas. Se le facilitó dentro del hospital un Pílon para mantener la movilidad, el cual no utilizó por sentir molestias. Presentó sensación del miembro fantasma durante aproximadamente dos meses.

Al ser dado de alta en el hospital, Mayo de 1990, se contacto con la Fundación Teleton Pro-rehabilitación (FUNTER) quienes se encargaron de brindarle la terapia psicológica, la elaboración protésica y el entrenamiento protésico. La terapia física y el entrenamiento protésico lo recibió tanto en FUNTER como en el ISRI. Desde la edad de 14 años, tuvo un apadrinamiento por parte de la Organización Lilian Font, quien se encargó del financiamiento de las prótesis hasta cumplir la edad de 18 años. Durante aproximadamente año y medio utilizó prótesis intermedia. Las prótesis que utilizó durante este período fueron de tipo endoesqueletales, permitiendo así un mejor mantenimiento, ya que podían ser sustituidos cualquiera de los segmentos modulares con el objetivo de mantener la simetría entre ambos miembros. La última prótesis que fue financiada por la institución fue de tipo exoesqueletal, desde entonces hasta la fecha a seguido utilizando prótesis de este tipo, ahora proporcionadas por el Instituto Salvadoreño del Seguro Social. En este período a utilizado alrededor de 5 a 6 prótesis, que han sido sustituidas por su deterioro.

### 2.3 ANTECEDENTES PERSONALES

Fue operado por apendicitis a la edad de 11 años. A los 19 años se le practicó una regularización del muñón, ya que éste presentaba un aumento del tejido óseo. Se le retiraron 4 centímetros de hueso. En Agosto de 1999 tuvo un accidente laboral, en el que perdió las dos falanges distales del dedo índice y las terceras falanges distales de los dedos medio y anular de la mano derecha, al ser cortados por una guillotina para papel. Otras complicaciones anexas ha sido Asma Juvenil. Su situación laboral siempre ha sido positiva.

## 2.4 EXAMEN FÍSICO.

La forma del muñón es cilíndrica, presenta rotación externa y tiene una ligera tendencia a valgo de rodilla, el borde distal tolera presión. El tejido es de tipo flácido y la piel se encuentra ligeramente irritada. La pierna contralateral no presenta desviaciones. La propiocepción se encuentra intacta. No presenta sensación de miembro fantasma. El estado ambulatorio es de tipo independiente.

## 2.5 EVALUACIÓN MUSCULAR Y ARCOS DE MOVIMIENTOS DE MIEMBROS INFERIORES.

Articulación		Miembro Inferior Derecho		Miembro Inferior Izquierdo	
Cadera	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión	135°	completo	5	completo	5
Extensión	30°	completo	5	completo	5
Abducción	45°-50°	completo	5	completo	5
Aducción	20°-30°	completo	5	completo	5
Rot. Ext	45°	completo	5	completo	5
Rot. Int.	35°	completo	5	completo	5
Rodilla	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión	120°-130°	completo	5	completo	5
Extensión	120°-130°	completo	5	completo	5
Pie	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión Plantar	50°	completo	5	-	-
Flexión Dorsal	20°	completo	5	-	-
Inversión	5°	completo	5	-	-
Eversión	5°	completo	5	-	-
Abducción	10°	completo	5	-	-
Aducción	20°	completo	5	-	-
Primer Articulación MTFs.	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión	45°	completo	5	-	-

Extensión	70°-90°	completo	5	-	-
-----------	---------	----------	---	---	---

Se obtuvieron los siguientes resultados al realizar las siguientes pruebas:

Prueba de Ober (Contracción cintilla iliotibial): Negativo.

Prueba de Thomas (contractura de cadera en flexión): Negativo.

Ligamento Colateral Medial (tensión valga): Negativo.

Ligamento Colateral Lateral (tensión vara): Negativo.

Ligamento Cruzado Anterior: Negativo.

Ligamento Cruzado Posterior: Negativo.

Simetría de la cintura pélvica: Simétrica.

Desviación lateralizada de la columna: Negativo.

## CAPITULO III

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

Por Amputación podemos entender como la remoción o resección total o parcial de una extremidad seccionada a través de uno o más huesos (en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro).

En relación al mecanismo de producción puede ser de dos tipos:

- a. Amputación Primaria o Traumática.- Es aquella producida por un agente traumático.
- b. Amputación Secundaria o Quirúrgica.- Es aquella electiva o programada para ser realizada por medio de un acto quirúrgico.

Las amputaciones son de tipo irreversible; ningún miembro artificial posee percepción sensitiva, de manera que es importante no eliminar una extremidad que tenga intacta su sensibilidad (con dolor tolerable), aun cuando haya desaparecido la función motora.

La mayor parte de las técnicas de amputación en los adultos son útiles también para niños, pero en estos casos, los factores de crecimiento corporal general y de crecimiento del muñón son bastante significativos.

Por ejemplo, una amputación en la mitad del muslo en un niño de cinco años, puede dar por resultado un muñón extremadamente corto a la edad de catorce años, porque se eliminó la epífisis femoral inferior; en contraste, una amputación transtibial en la que se preserva un muñón muy corto a los cinco años, puede determinar un muñón satisfactorio a los catorce años, porque habrá continuado el crecimiento de la epífisis tibial superior.

### 3.2 INDICACIONES DE LAS AMPUTACIONES.

Pueden distinguirse tres tipos de causas de amputación:

a) Por Deformidades:

b) Sean éstas congénitas o adquiridas. Los defectos parciales o totales de la extremidad pueden requerir intervención quirúrgica para hacer más funcional la extremidad afectada. En estos casos debemos tener en cuenta dos factores: el económico, pues la corrección quirúrgica de estas deformidades requieren varios actos operatorios, y el psíquico, ya que el paciente requiere una estabilidad emocional para soportar dos, tres o más años de tratamiento. En caso de que no se cumplan estos dos factores no es aconsejable la amputación.

c) Por Enfermedad:

d) Neoplasias: sobre todo si son tumores malignos y primarios, se requiere de un tratamiento radical antes de que se propague por metástasis, si el dolor es intenso, si la neoplasia se ha ulcerado, o por fractura patológica. Los tumores metastásicos secundarios son los que con mayor frecuencia afectan a las extremidades, pero sólo muy rara vez son tratados mediante amputación.

- Enfermedad Vascolar: la falta de circulación en un miembro constituye una indicación absoluta para amputación. La insuficiencia circulatoria secundaria a enfermedad vascular arteriosclerótica, constituye la causa más frecuente de amputación. Generalmente va asociada a diabetes mellitus, y puede llegar a la necrosis (gangrena) en las extremidades con o sin infección agregada.

- Infección: En ciertos casos, una infección agresiva localizada en una extremidad, además de producir compromiso focal, compromete seriamente el estado general. Por ejemplo, En la lepra, en cierto número de casos, se presentan secuelas neurológicas de úlceras perforantes del pie, y en la osteomielitis crónica la cirugía local puede llevar a la curación, pero no son raras las recidivas que pueden hacer necesaria la amputación.

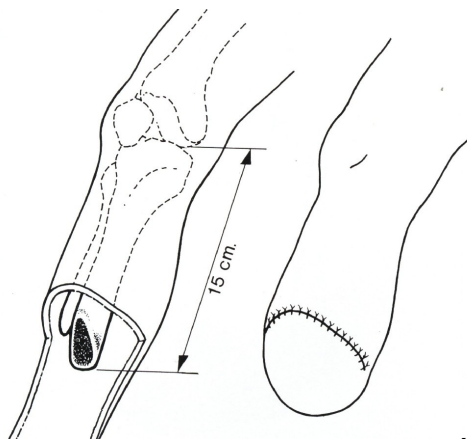
e) Traumáticas:

- Accidentes de trabajo, tránsito, bélicos, etc. La amputación es un recurso para salvar la vida, en casos que haya pérdida completa del sistema neuromuscular, aplastamiento grave, compromiso vascular y deterioro marcado de la piel.

### 3.3 NIVEL DE AMPUTACIÓN.

Se debe preservar lo más posible de la extremidad comprometida, tomando en consideración no sólo su longitud, sino los niveles funcionales de la misma, es decir, las articulaciones. Los "niveles ideales" son los que conservan una buena movilidad, fuerza y buen brazo de palanca que les permiten la adaptación y manejo de la prótesis, aunque muchas veces el nivel lo determina la extensión de la lesión o enfermedad que compromete el miembro.

Los diferentes niveles de amputaciones transtibiales son: tercio proximal, tercio medio y tercio distal, siendo el nivel ideal el tercio medio con una longitud aproximada de 13 a 15 cm (5 a 6 in), desde la meseta tibial hasta el borde distal de la tibia.



### 3.4 OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE PROTETIZACIÓN.

Los objetivos que se pretenden con el tratamiento desde el momento de la amputación hasta la fase final de la protetización son:

1. Obtener la Bipedestación. La protetización permite que el usuario adopte una posición de bipedestación, permitiéndole tener libres sus extremidades superiores.
2. Realizar la marcha con apoyo bipodal lo más parecido posible a la marcha anatómica normal.

3. Si las condiciones físicas del usuario y las características del muñón lo permiten, poder realizar carreras y saltos.
4. Restitución de la cosmética al recuperar una marcha correcta y armónica, al mismo tiempo que se consigue la simetría corporal.

### 3.5 BIOMECÁNICA DEL ALOJAMIENTO DEL MIEMBRO RESIDUAL.

Los requisitos básicos que debe de cumplir el encaje protésico son:

- Recepción del muñón (alojamiento del miembro residual).
- Transmisión de fuerzas (estática y dinámica).
- Transmitir movimientos.
- Adhesión total al muñón (contacto total: favorece la circulación, ayuda a prevenir edemas, mayor sentido de propiocepción para un mejor control y provee de una mayor superficie para la distribución de las presiones en las áreas de carga).

### 3.6 CONDICIONES A LA QUE ESTÁN SUJETAS LAS PRÓTESIS.

3.6.1.1. Condiciones Fisiológicas, son los de la situación general del usuario. Entre los datos que influyen para prescripción de la prótesis tenemos:

- Edad.
- Sexo.
- Complicaciones anexas.
- Estado psíquico.
- Situación neuromusculoesquelética.

3.6.1.2 Condiciones Pato-fisiológicas: describen la situación del muñón amputado:

- Nivel de amputación adecuado.
- Muñón estable.
- Conservación del balance articular de las articulaciones proximales al muñón.
- Potencia muscular óptima de la musculatura que actúa sobre las articulaciones proximales al muñón.
- Buen estado de la piel.
- Ausencia de edema en el muñón.
- Cicatriz en buen estado y en un lugar adecuado.
- Buena circulación arterial y venosa.
- Biselado correcto de los segmentos óseos distales.
- Capacidad para soportar carga.
- Sensibilidad.

Cuando un muñón presenta una o varias condiciones adversas dificultan el poder ser protetizado, a este tipo de muñón se el conoce como Muñón Patológico.

Algunas veces se realizan reamputaciones para corregir dificultades que no le permiten ser utilizado como tal. Existe también una serie de alteraciones que pueden dificultar el proceso de protetización, entre estas están: falta de equilibrio, pérdida de la visión, neuropatías, cardiopatías, insuficiencia respiratoria, el estado del miembro contralateral.

3.6.2 Condiciones Biomecánicas: es la relación entre las condiciones biológicas y fisiológicas que actúan en el cuerpo del usuario:

- Condiciones fisiológicas.
- Medio Ambiente.
- Selección de componentes (según tipo de actividad y medio ambiente),

- Diseño del encaje.
- Análisis de la marcha.
- Diseños especiales de fabricación.
- Especificación de los fabricantes.

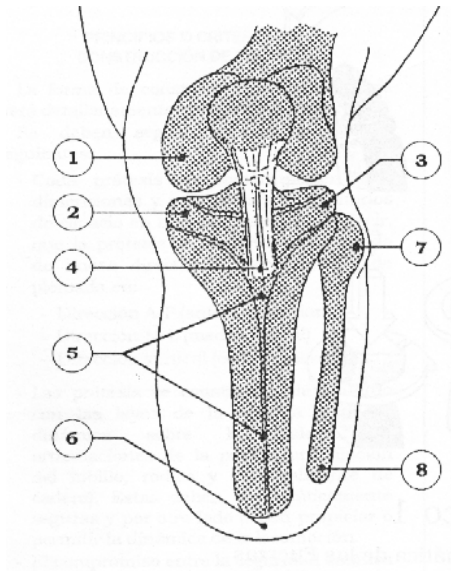
### 3.6.3 Condiciones Mecánicas:

- Fuerza de presión (fase de apoyo medio).
- Fuerza de tracción (fase de balanceo).
- Fuerza de rotación (rotación de pelvis y rodilla durante la fase de apoyo; en especial en las articulaciones).
- Fuerza de flexión (fases de choque de talón, apoyo plantar, elevación del talón; antero-posterior y medio-lateral).
- Fuerza de Torsión (a través del eje vertical).

## 3.7 ZONAS DE DESCARGA Y CARGA EN LA CUENCA PARA UNA PRÓTESIS TRANSTIBIAL.

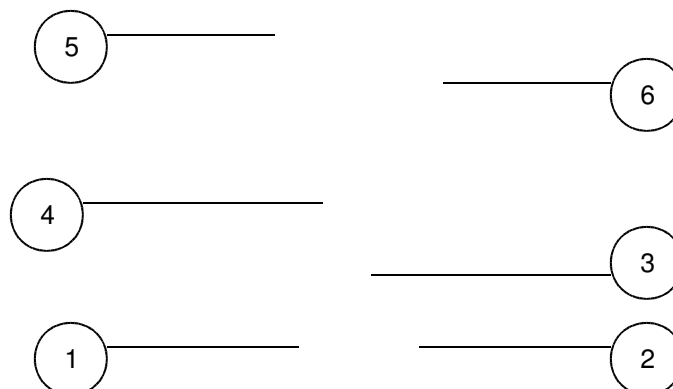
La distribución de las presiones corresponde a criterios fisiológicos.

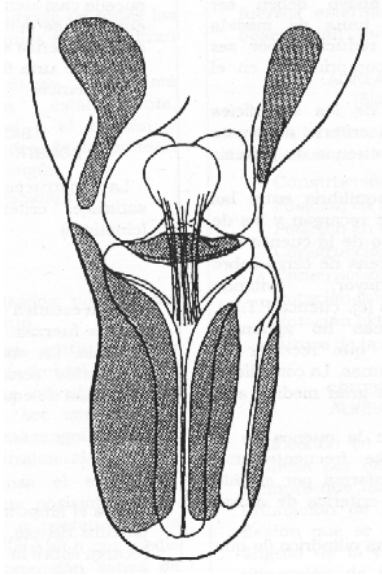
### 3.7.1 Zonas de Descarga (Áreas Sensibles a la Carga del Muñón).



1. Borde del cóndilo medial del Fémur.
2. Tuberosidad medial de la Tibia.
3. Tuberosidad lateral de la Tibia.
4. Tuberosidad anterior de la Tibia.
5. Cresta Tibial.
6. Extremo distal de la Tibia.
7. Cabeza del Peroné.
8. Extremo distal de Peroné.
9. Tendones Flexores.

### 3.7.2 Zonas de Carga (Áreas del Muñón que permiten presión).





1. Superficie medial de la Tibia.
2. Superficie interósea entre la Tibia y Peroné.
3. Superficie lateral del Peroné hasta 2 centímetros arriba de su extremo distal.
4. Tendón Rotuliano (pero no su inserción).
5. Superficie medial del cóndilo femoral.
6. Superficie lateral supracondílea.
7. Gemelos y Soleos.

### 3.8 CRITERIO INDIVIDUALES DE ALINEACIÓN DE LA CUENCA.

Alineación en Flexión. Si el muñón no presenta contractura se hará en una posición de flexión aproximadamente de 5°. La flexión desvía las zonas de presión anteriores y evita presiones dístales sobre el muñón.

Entre más largo es el muñón, deberá tener menos flexión de cuenca para mejorar la distribución de peso y evitar un saliente poco estético en la región posterior. Nunca debe construirse una cuenca para prótesis por debajo de rodilla en posición de hiperextensión.

Alineación de la cuenca en aducción o abducción. Muñones muy cortos en aparente abducción 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.

Un muñón aparentemente abducido (corto) o aducido (largo) cambia la posición del pie respecto a la distancia de la cuenca pero nunca respecto a la línea fisiológica del miembro inferior (alineación perpendicular del centro de la 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 rotación externa debido a que la rótula está desplazada lateralmente. La posición de rotación la determina el muñón y no el técnico ortopeda. La cadera horizontal comprobará la exactitud de la altura de la prótesis.

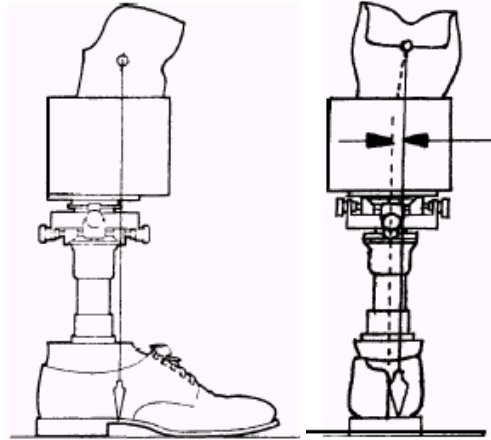
### 3.9 ALINEACIÓN ESTÁTICA DE LOS COMPONENTES PROTÉTICOS.

La construcción de las prótesis transtibiales se realiza bajo un criterio de tres dimensiones. La teoría alemana parte de una línea media que puede coincidir con la línea de acción del cuerpo en una condición de posición bípeda o durante la marcha en la fase de apoyo medio.

El montaje de los segmentos protésicos se realiza dentro de una caja de alineación de 4 plomadas, en el que se aprecian las líneas verticales anterior, posterior, medial y lateral.

- Vertical Anterior. Divide la cavidad de la rótula de la prótesis de pierna 50% medial y 50% lateral. La línea vertical se proyecta entre el Hallux y el segundo dedo.

- Vertical Posterior. Divide la fosa poplítea en 50% medial, 50% lateral y se proyecta a través del centro del talón. La técnica norteamericana describe un desplazamiento lateral de 1.3 centímetros del centro de la cuenca con respecto al centro del talón.



- Verticales Laterales. Tanto la vertical lateral como la media, dividen la cuenca de la prótesis a la altura del tendón rotuliano en 50% anterior y 50% posterior. A nivel del pie, pasa 10 milímetros por delante del tercio posterior del pie protésico.

### 3.10 ALINEACIÓN DINÁMICA DE LOS COMPONENTES.

Se efectúa observando al usuario durante la marcha, en las vistas frontal, lateral y dorsal, sobre superficies planas, inclinadas, irregulares, etc. Las fases de la marcha resultan influenciadas por los siguientes parámetros de la construcción de la prótesis debido a la posición del pie protésico:

- Desplazamiento anterior.
- Desplazamiento posterior.
- Desplazamiento medial.
- Desplazamiento lateral.
- Flexión plantar.
- Extensión dorsal.
- Pronación.
- Supinación.
- Rotación interna.
- Rotación externa.

Para proceder al ajuste dinámico se utilizan unidades modulares.

### 3.11 Correcciones Dinámicas y su Influencia Sobre el Cuadro de la Marcha.

### 3.12 PRÓTESIS P.T.B. (Patellar Tendon Bearing).

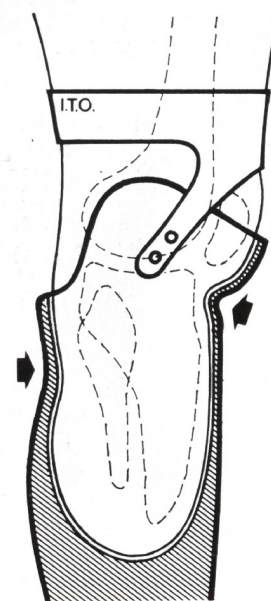
Desplazamiento	Contacto del talón	Apoyo Medio	Elevación del talón	Balaceo
Anterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acorta la palanca del retropié.</li> <li>-Aumenta la seguridad de la rodilla.</li> <li>-Poca tendencia a rotación externa de la cuenca.</li> <li>-Aumenta la presión antero-proximal y postero-distal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No tiene influencia considerable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alargamiento de la palanca del antepié.</li> <li>-Dificulta la fase de rodamiento.</li> <li>-Aumenta la seguridad de la rodilla.</li> <li>-Retrasa la flexión de la rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificulta el libre balanceo del pie protésico.</li> </ul>
Posterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alargamiento del la palanca del retropié.</li> <li>-Reduce la seguridad de la rodilla.</li> <li>-Aumenta la tendencia a rotación externa.</li> <li>-Aumenta la presión antero-distal y postero-proximal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No tiene mayor importancia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acortamiento de la palanca de antepié.</li> <li>--Reduce la seguridad de la rodilla.</li> <li>-Acelera la flexión de la rodilla.</li> <li>- Facilita el rodamiento del pie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Facilita el balanceo del pie protésico.</li> </ul>
Medial	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reduce la base de sustentación.</li> <li>-La línea de fuerza corre exterior.</li> <li>- Efectúa un volteo lateral.</li> <li>-Inestabilidad de la rodilla.</li> <li>-Eleva tendencia a rotación externa de la cuenca.</li> <li>- Presión medio- proximal y latero-distal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Igual efecto que en contacto del talón.</li> <li>- Antifisiológico y antieconómico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Igual efecto que en contacto del talón.</li> <li>- Antifisiológico y antieconómico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificulta el libre balanceo del pie protésico.</li> </ul>
Lateral	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La línea de peso corre medial.</li> <li>-Aumenta presiones medio-dístaes y latero-proximal.</li> <li>-Reduce la tendencia de rotación externa de la cuenca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Igual que para el contacto del talón.</li> <li>-Aumenta la seguridad del pie y estabiliza la marcha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Igual que para el contacto del talón.</li> <li>-Aumenta la seguridad del pie y estabiliza la marcha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ningún efecto.</li> </ul>
Flexión Plantar	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poca flexión del pie y rodilla dando más seguridad en la marcha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se produce un M extensor en la rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se produce un M extensor en la rodilla al utilizar calzado con tacón más alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificulta el libre balanceo del pie protésico.</li> </ul>
Extensión Dorsal	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El talón hará rápidamente contacto con el suelo.</li> <li>- Acelera la flexión de la rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Igual que elevación del talón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La prótesis caerá hacia delante y obligará al usuario a doblar la rodilla.</li> <li>-Línea de peso se desplazara a la región del antepié.</li> <li>-Ciclo de la marcha acelerado</li> <li>-Antifisiológico y antieconómico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Facilita el libre balanceo.</li> <li>-Traslación anterior y posterior del pie.</li> <li>-Rotación y Prono-supinación del pie.</li> </ul>

Desarrollada por la Universidad Berkeley de California e introducida en 1959. Su diseño impulsó el desarrollo técnico para amputaciones transtibiales.

El nivel de los cortes del encaje en el borde superior cubre anteriormente la mitad inferior de la rótula, los laterales llegan hasta la mitad de los cóndilos femorales, y el borde proximal de la cara posterior se sitúa a nivel de la línea articular de la rodilla.

El miembro residual se encuentra apoyado principalmente:

- a) En el tendón rotuliano.
- b) En el contra-apoyo situado en el centro de la pared posterior.
- c) Sobre toda la superficie del muñón, especialmente en las partes blandas, liberando las presiones en las prominencias óseas y tendones de la cara posterior (lateral: tendón del Bíceps Crural; medial: tendones del Sartorio, Recto Interno, Semitendinoso).



### 3.12.1 Prescripción.

#### Indicaciones:

1. Amputaciones transtibiales que sean candidatas a protetizar y que no cumplan ninguna de las contraindicaciones.
2. Amputados juveniles.
3. Rango de movilidad normal de rodilla.

#### Contraindicaciones:

1. Cuando el muñón es demasiado corto para el control de la prótesis. (Usualmente son necesarios 5 centímetros por debajo de la tuberosidad de la tibia).
2. Si existe una irreversible contractura de rodilla en flexión mayor de 35 a 40 grados.
3. Parálisis permanente de la musculatura del muñón o severa debilidad. (Generalmente la debilidad no es una contraindicación. El uso de la prótesis disminuye la debilidad de la musculatura).

## CAPITULO IV

### 4.1 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PROTESIS TRANSTIBIAL DE TIPO P.T.B.

#### MATERIALES

Venda de yeso de 6"  
Yeso Calcinado  
Agua  
Media de nylon  
Protector de polietileno  
Tubo galvanizado de 1/2"  
Pigmento Azul  
Lija de Agua  
Pega de contacto  
Pelite de 3 mm de alta densidad  
1/4 de lámina de Polipropileno  
Pliego de Teflón  
Vaselina  
Bolsas de PVA  
Talco  
Tricot tubular de perlón  
Resina  
Catalizador  
Fibra de Vidrio  
Felpa  
Pigmento  
Poliuretano A y B  
Espuma cosmética

#### HERRAMIENTAS

Lápiz Indeleble  
Tijera para Yeso  
Cuchilla para papel  
Calibrador (Pie de Rey)  
Cinta Métrica  
Plomada  
Cubeta plástica  
Prensa para tubo de 1/2"  
Taza plástica  
Escofina para yeso redonda  
Escofina para yeso media caña  
Sierra eléctrica de pedestal  
Sierra manual  
Bomba de succión  
Tijera  
Sierra eléctrica oscilante  
Martillo de Goma  
Horno Eléctrico  
Fresadora y juego de fresado  
Caja de alineación  
Llaves Allen de 4 y 8 mm  
Bascula  
Lija No. 320

EQUIPO DE SEGURIDAD: Guantes, protectores de ojos y oídos, mascarilla.

## 4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN.

### 4.2.1 Toma de Medida.

Después de haber realizado las pruebas musculares, arcos de movimiento, sensibilidad, cicatriz, tipo de tejido, y haber escrito sobre el historial clínico del usuario, se procede a tomar los datos referentes a las dimensiones del miembro residual y del miembro contralateral. Estos datos se escriben en una hoja la cual llamaremos “Hoja de Medidas”, en la que además se encuentran datos personales del usuario como son: nombre, sexo, edad, prescripción, así como también observaciones las cuales son consideradas durante el proceso de elaboración y montaje.

En el miembro Sano:

- Longitud del pie residual para elegir el tamaño del pie protésico,
- Altura desde la meseta tibial al piso.
- Circunferencias de la pierna cada 5 cms. iniciando en el tobillo, en dirección proximal hasta llegar al tendón Rotuliano.

En el miembro Afecto:

- Longitud del muñón (desde el borde inferior de la rótula hasta el extremo distal).
- Circunferencias cada 4 centímetros a partir del tendón Rotuliano hacia distal.
- Distancia M-L a nivel de los cóndilos femorales.
- Distancia A-P de la rodilla (a nivel de la línea interarticular de la Fosa Poplítea hasta el tendón Rotuliano)

Estas medidas son tomadas con una cinta métrica y un calibrador, procurando no comprimir el tejido para no obtener falsas medidas.

#### 4.2.2 Toma de Molde Negativo.

A continuación de la toma de medidas procedemos a tomar el molde negativo. Para su elaboración colocamos sobre el muñón una media de nylon y sobre las prominencias óseas lengüetas de venda de yeso de 5 capas. Las prominencias en las que colocamos las lengüetas son: cabeza del peroné, borde distal del peroné y la cresta tibial hasta el borde distal de la tibia, esto con el fin de liberar las zonas sensibles a la carga. Luego cubrimos el muñón con plástico adhesivo y marcamos con el lápiz indeleble las siguiente zonas: rótula, tendón rotuliano, borde distal de la tibia, cresta tibial anterior, tuberosidad tibial anterior, cabeza del peroné, borde distal del peroné, 3 líneas cada 4 cms a partir del tendón rotuliano hacia distal, línea interarticular de la rodilla y el nivel condilar femoral.

Le pedimos al usuario que coloque su muñón con una flexión de rodilla de  $30^\circ$  con el fin de relajar el tendón rotuliano. Tomamos una venda de yeso de 6" y la introducimos en la cubeta plástica con agua, quitamos el agua excedente a la venda y comenzamos a envolver el muñón de manera uniforme desde los cóndilos femorales hasta el borde distal.

Durante el fraguado del vendaje se realiza la presión sobre el tendón rotuliano colocando ambos pulgares sobre los costados del tendón rotuliano. Masajeamos el vendaje en las superficies medial de la tibia, interósea entre la tibia y la lateral del peroné conseguimos la forma triangular del encaje con la que controlamos la rotación del muñón sobre éste. Durante la realización de la toma del negativo debe de controlarse que el usuario mantenga la posición de rodilla en flexión de  $30^\circ$ .

Cuando el vendaje ha fraguado procedemos a retirar el molde negativo y le extraemos el plástico adhesivo y la media de nylon. Verificamos las marcas dentro del negativo y cortamos con la tijera de yeso el excedente, dándole al negativo la forma del diseño de la cuenca tipo PTB. Hacemos una perforación en la parte distal del negativo y le colocamos nuevamente al usuario una nueva media de nylon. Le pedimos al usuario que sostenga la media de nylon y que mantenga su muñón con

una flexión de 90° con el propósito que se marquen los tendones, los que liberaremos cubriendo con una lengüeta los cóndilos femorales y la región de la fosa poplítea, haciendo una presión en ésta.

Cuando el vendaje ha fraguado se le coloca al molde negativo un aro Kardan asegurándolo con una lengüeta y situamos al usuario en el sistema de alineación estacionario, verificamos que la pelvis se encuentre nivelada y procedemos a marcar las líneas de progresión longitudinal anterior y lateral utilizando una plomada. Retiramos el molde negativo del usuario con el cuidado de no deformarlo.

#### 4.2.3 Elaboración y Modificación del Molde Positivo.

Habiendo ya obtenido el molde negativo se refuerza la parte proximal del molde con una lengüeta de yeso para evitar su deformación. Primero introducimos dentro del negativo un tubo galvanizado de ½" lo suficientemente largo para poder adaptarlo en la prensa para tubo.

Llenamos el molde negativo con una mezcla de yeso calcinado y cuando esta haya fraguado se retira el molde negativo utilizando una cuchilla para papel. Marcamos nuevamente las líneas de referencia que se transfirieron del molde negativo al positivo y se verifican las medidas.

Luego modificamos el positivo respetando las zonas de descarga en las cuales se podrán hacer aumentos de yeso para asegurar su liberación. Si existe aumento en las medidas pueden hacerse reducciones distribuyéndolas en las diferentes zonas de carga las cuales describimos en la sección 3.7.2, conservando la forma triangular.

Para la modificación utilizaremos una escofina de media caña, y pigmento azul al hacer las mezclas para los aumentos de yeso, esto con el propósito de distinguirlos del yeso del positivo original.

Utilizando la escofina redonda, a nivel del tendón rotuliano realizamos un desbaste alrededor del borde inferior de la rótula, sin involucrar la inserción del tendón.

En la cara posterior se conforma un “cajón”, el cual nos permite liberar los tendones cuando estos se encuentran tensos durante la flexión de la rodilla. Esta pared posterior también nos sirve como contrafuerte del apoyo subpatelar. Generalmente en muñones cortos se construye entre 0.6 y 1.3 centímetros más alto que el apoyo patelar limitando la flexión en unos 60°.

Terminamos la modificación regularizando el positivo para luego pulirlo con un cedazo y una lija de agua.

#### 4.2.4 Termo-conformado de la Cuenca de Prueba

Colocamos el molde positivo en un sistema de succión colocando la cara anterior del positivo hacia arriba, con el objetivo que la costura quede posterior. Verificamos que no existan fugas de aire en el sistema de succión y que el horno se encuentre a una temperatura aproximada de 180°C.

Tomamos las medidas circunferenciales distal y proximal y longitud del positivo. A cada una de estas medidas les sumamos 5 cms y las transferimos a una lámina de polipropileno de 5 mm que cortaremos con una sierra eléctrica posteriormente. Introducimos la lámina de polipropileno al horno sobre un pliego de teflón y esperamos que alcance el punto de transformación vítrea. Preparamos el positivo cubriéndolo con una media de nylon y esparcimos talco para evitar que esta se adhiera.

Cuando el polipropileno esta listo se retira del horno y lo termo-conformamos sobre el positivo. Con una tijera cortamos el exceso de material y abrimos la válvula de succión.

Cuando el polipropileno ha alcanzado nuevamente su estado sólido, con un marcador hacemos el diseño del encaje tipo PTB y lo cortamos con una sierra eléctrica oscilante (Castcutter). Luego extraemos la cuenca de prueba cuidadosamente (por si es necesario posteriormente reutilizar el positivo) y se regularizan y pulen los bordes en la fresadora.

#### 4.2.5 Prueba de Cuenca

Se le aplica al muñón del usuario vaselina y le colocamos la cuenca de prueba. Verificamos que exista contacto total, que las zonas de descarga y tendones se encuentren liberados y que no hayan presiones. Para esto es necesario colocar al usuario en bipedestación en un sistema de alineación estacionario y le pedimos que ejerza presión sobre la cuenca. A continuación la retiramos y verificamos si en el muñón existen coloraciones que indiquen excesiva presión. Si existen presiones, estas pueden ser liberadas calentando la cuenca con una pistola de calor o directamente en el molde positivo con aumentos de yeso. Pueden hacerse también reducciones en las zonas en las que no existe suficiente contacto. Se marcan nuevamente las líneas de progresión longitudinal anterior y lateral utilizando una plomada.

#### 4.2.6 Elaboración de Endosocket.

Posterior a los cambios realizados en el positivo procedemos a la fabricación del endosocket. Se miden las circunferencias proximal y distal, así como la longitud y se transfieren a un pliego de pelite de alta densidad de 5 mm de espesor. Se procede a cortar el pelite con una cuchilla para papel y se desbastan en la fresadora los bordes laterales a cero (en sentido opuesto) para ser adheridos con pega de contacto.

Teniendo el cono de pelite listo, nos dedicamos a elaborar el segmento removible. Calentamos con la pistola de calor un rectángulo de pelite que sea lo suficientemente grande como para cubrir la parte distal del positivo y lo termo-conformamos. Luego se corta de manera uniforme y se reduce el borde externo a cero. Para asegurarlo al positivo lo colocamos con un pequeño clavo.

A continuación se esparce talco sobre el positivo para deslizar el cono de pelite con más facilidad. Ahora se desbasta el borde externo distal del pelite y se prepara otra cubierta de la misma forma que el segmento removible, con la diferencia que este será fijado al cono con pega de contacto.

#### 4.2.7 Laminación de Cuenca en Resina.

Se coloca el positivo sobre un sistema de succión en posición vertical. Colocamos sobre el positivo en el siguiente orden, una bolsa de PVA, un cono de felpa, una capa de fibra de vidrio, tres capas de perlón y una segunda bolsa de PVA. Tanto la primera como la segunda bolsa de PVA se aseguran con cinta adhesiva al sistema de succión y se abre la válvula para que se forme un vacío entre la primera bolsa y el positivo, como también entre las diferentes capas que se encuentran entre ambas bolsas.

Se prepara una mezcla de resina con una proporción de 1cc de catalizador por cada 25 gramos de resina. La cantidad de mezcla dependerá del tamaño del positivo. Luego vertimos la mezcla dentro de la segunda bolsa de PVA y la distribuimos por todo el positivo en forma de masaje, esto con el objetivo de que las diferentes capas se impregnen de la mezcla y a su vez se evite la formación de bolsas de aire. Esperamos que la resina fragüe por completo para retirar el positivo del sistema de succión. Se marcar el diseño del encaje tipo PTB a la cuenca y se corta con la sierra eléctrica oscilante. Se retira del positivo y se regularizan y pulen los bordes. Debe recordarse que el endosoket esta dentro de la cuenca de resina y que al cortarlo hay que considerar los 5 mm que deben de estar por encima de la cuenca.

#### 4.2.8 Alineación Estática.

La alineación de los componentes esta sujeta a los criterios individuales de alineación estática descritas en las secciones 3.9. Tanto el pie como el sistema modular deben ser ensamblados de forma paralela al suelo (posición neutra). Debe además de respetarse el alza efectiva del pie protésico. Esta alineación la efectuamos ubicando la prótesis dentro de la caja de alineación tridimensional.

Para la unión del encaje con el sistema modular, primero colocamos en la parte distal de la cuenca un cono de polietileno, y dentro de éste hemos vertido una mezcla de poliuretano (50% A, 50% B) que al fraguar forma una espuma rígida. Luego llevamos la cuenca a la lija de banda y desbastamos el extremo distal de la espuma hasta conseguir un ángulo de 5° de flexión y 5° de aducción.

A continuación montamos la cuenca sobre el sistema modular siguiendo los criterios de alineación estática y verificamos si la altura de la prótesis coincide con la obtenida en la toma de medidas. Esta altura, es la distancia desde el borde inferior del tercio posterior del pie protésico hasta el tendón rotuliano. Si estas distancias no coinciden, procedemos a cortar el tubo de aluminio hasta conseguir la longitud deseada. Al tener la prótesis alineada unimos la cuenca al módulo utilizando una nueva mezcla de resina.

#### 4.2.9. Alineación Dinámica.

Esta alineación se realiza observando al usuario desde diferentes vistas durante la marcha. Las modificaciones que se efectúan son las especificadas en las secciones 3.10 y 3.11. Al realizar dichas modificaciones pretendemos llegar a obtener una marcha lo más parecida posible a la marcha fisiológica.

#### 4.2.10 Laminación Final.

Luego de haber realizado la alineación dinámica nos disponemos a retirar el sistema modular de la cuenca para la laminación final. Esta vez utilizaremos solamente en el siguiente orden: una capa de perlón, una capa de fibra de vidrio, y dos últimas capas de perlón, las cuales cubrimos con una nueva bolsa de PVA, todo esto montado sobre un sistema de succión. Hacemos una nueva mezcla de resina y procedemos a laminar. Habiendo fraguado la mezcla de resina procedemos a cortar y pulir los bordes distal y proximal de la cuenca. Es importante no abrir totalmente la válvula de succión para conseguir un mejor acabado.

#### 4.2.11 Elaboración de Espuma Cosmética.

Teniendo ya la cuenca laminada, la montamos nuevamente al sistema modular y retiramos el pie protésico quitando dos de los pernos de presión con el propósito de no perder la alineación dinámica.

Tomamos la distancia desde el tendón rotuliano hasta el borde distal del sistema modular y le sumamos 3 centímetros y a continuación transferimos esta medida a la espuma cosmética. Marcamos la espuma y cortamos el excedente. Luego desbastamos la parte interna de la espuma hasta poder introducir la cuenca dentro de esta y procedemos a desbastar la parte externa hasta lograr una forma anatómica que coincida con la forma de la pierna contralateral. Para lograr esto nos podemos apoyar con la información que se encuentran en la Hoja de Medidas o con un dibujo del contorno en vistas anterior y sagital de la pierna contralateral.

A continuación ensamblamos nuevamente el pie protésico y colocamos sobre la espuma una media de nylon para evitar que se ensucie y proporcionarle a la vez una mejor cosmética.

#### 4.2.12 Acabado Final.

Realizamos una última prueba dinámica con el usuario para verificar la similitud de la espuma cosmética y que la alineación no haya variado. Si es necesario se pueden hacer ajustes en ambas.

## CAPITULO V

### 5.1 REHABILITACIÓN.

La rehabilitación del amputado de la extremidad inferior consiste en la utilización de una serie de técnicas encaminadas, en primer lugar, a conseguir que el usuario utilice una prótesis funcional siempre que sea posible, ya que en casos extremos solo podrá realizar una marcha asistida con muletas o utilizar una silla de ruedas, y en segundo lugar, a intentar lograr el mejor uso de sus capacidades físicas, reducir los efectos psicológicos debido a la amputación y procurar la reinserción en el medio social y laboral.

### 5.2 FASES DE LA REHABILITACIÓN.

De una forma ideal y desde el momento en que se decide la amputación, el proceso de rehabilitación del amputado debería de pasar por las siguientes fases:

#### 5.2.1 Fase Pre-quirúrgica.

Solamente podrá realizarse cuando la amputación ha sido programada. Es necesario preparar al usuario psicológicamente ante la amputación, sus posibilidades protésicas, su utilización y expectativas de integración en su medio social y laboral. Esta preparación no se realizará si la amputación es llevada a cabo de carácter de urgencia o si el usuario no está en capacidad de comprenderla.

#### 5.2.2 Fase Quirúrgica.

La amputación se realiza pensando en la obtención de un muñón adecuado habiéndose hecho un estudio para la adaptación de los dispositivos protésicos de manera previa. Con una buena técnica quirúrgica debe conseguirse:

1. Un biselado correcto de los segmentos óseos distales,
2. Que la forma del muñón sea cónica,
3. Que el tejido óseo esté bien protegido con los músculos,
4. La movilidad de las articulaciones se conserve lo más amplia posible.

### 5.2.3 Fase de Entreno Pre-protésico.

En esta etapa debe tratarse tanto el aspecto psíquico como el físico de manera precoz.

#### 5.2.3.1 Aspecto Psíquico.

Tanto el psicólogo como todo el equipo de rehabilitación deberán tener en cuenta las reacciones del paciente ante la amputación. Al inicio pueden manifestarse sentimientos de ansiedad y temor, luego una serie de mecanismos psicológicos de evasión y negación. Más adelante el usuario comienza a reconocer su situación, lo cual constituye el principio de la última etapa de adaptación, que podrá ser más o menos satisfactoria según la necesidad que sienta de recobrar su independencia y propia realización. La incidencia de la amputación en su situación sociolaboral puede contribuir también a las reacciones de ansiedad y depresión. Por eso es necesario poner en claro cualquier duda a través de la asistencia de un trabajador social.

#### 5.2.3.2 Aspecto Físico.

##### 5.2.3.2.1 Cuidado del Muñón.

Durante la fase post-quirúrgica pueden aparecer una serie de trastornos que si no se tratan adecuadamente, pueden retrasar o incluso llegar a impedir la colocación de una prótesis. Entre los factores mas frecuentes están:

- Edema: esta se debe a la alteración vascular y linfática post-quirúrgica. Mientras lleva los puntos, el muñón estará con frecuentes cambios de postura por lo que se colocará un vendaje elástico, cuya finalidad es reducir o hacer desaparecer el edema, estimula el metabolismo del muñón y lo modelara de forma correcta para la adaptación de la cuenca.
- Alteraciones cutáneas: estas pueden ocurrir tanto en la fase pre-protésica y protésica. Una manera de evitar estas alteraciones, es mediante la estimulación temprana de la piel a través de masajes superficiales. Es

importante también evitar la aplicación de sustancias sintéticas para que no aparezcan reacciones alérgicas.

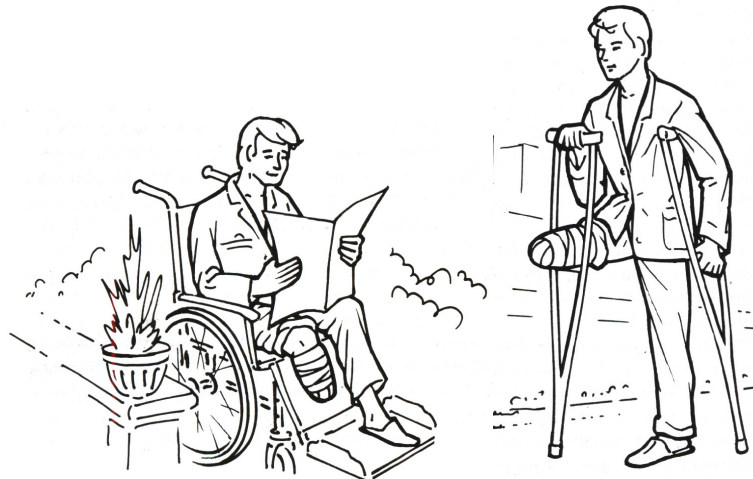
- Alteraciones de la movilidad articular: por lo general se deben a retracciones musculares favorecidas por una mala postura y la inactividad. Debe por consiguiente vigilarse la posición del usuario en la cama, indicando normas posturales adecuadas. Se deberán realizar movilizaciones pasivas de las articulaciones, estiramientos de los músculos retraídos y potenciar la musculatura antagonista para intentar elongar los agonistas.
- Alteraciones Musculares: en toda amputación de la extremidad inferior se produce una atrofia, casi siempre enmascarada por el edema. Para mejorarla se realizan ejercicios isométricos, y posteriormente de potenciación isodinámica.
- Dolor: la existencia de dolor puede influir muy negativamente en el proceso de rehabilitación. Puede manifestarse de varias maneras:
  - a) EN EL MIEMBRO FANTASMA DOLOROSO, en el que el usuario experimenta con cierta frecuencia, la sensación de que persiste, en forma total o parcial, el miembro amputado. Suele aparecer en la fase post-operatoria de manera inmediata y desaparecer progresivamente, aunque en ocasiones puede persistir por mucho tiempo. El dolor puede en algunos casos puede ser muy intenso. Dicha complicación puede ser disminuida por medio de la estimulación temprana.
  - b) EL MUÑÓN DOLOROSO, puede tener una causa local, cuyo tratamiento adecuado puede solucionar el problema. Pueden existir varios tipos de dolor, como la hiperalgesia a la simple presión, dolor espontáneo. Entre las causas específicas locales pueden mencionarse la existencia de prominencias óseas, fístulas, dermatosis y cicatrices hipertróficas o queloides.

#### 5.2.4 Fase de Entreno Protésico.

De ser posible de manera precoz pueden colocarse prótesis provisionales a medida que va reduciendo el muñón, hasta colocarse la prótesis definitiva. Desde el momento que se coloca una prótesis provisional se realiza un aprendizaje para su acoplamiento. El tiempo de tolerancia a la prótesis irá aumentando progresivamente, realizando ejercicios de apoyo en paralelas y posteriormente de marcha. Se estimulará al usuario a subir y bajar escalones y rampas. Al mismo tiempo se realizará un entreno de equilibrio.



Nunca se deberá mantener la pierna flexionada en la cama, ni se colocarán almohadas bajo la rodilla.



No se tendrá el muñón flexionado mientras se permanezca sentado y se apoyara sobre la empuñadura si se utilizan muletas.



Tampoco se colocarán almohadas para separar las piernas y se evitará doblar el muñón en el borde de la cama

## CAPITULO VI

### 6.1 CUIDADO DE LA PRÓTESIS.

#### 6.1.1 Endosocket.

Es necesario lavar cuidadosamente el endosoket a diario con agua y utilizando un jabón cremoso o neutro. Debe de cerciorarse que no queden residuos de jabón dentro del endosoket ya que estos podrían ocasionar irritación en la piel. Es necesario reemplazar el endosoket cuando este se haya gastado por su uso.

#### 6.1.2 Mantenimiento Protésico.

Los aditamentos mecánicos podrían requerir de algún mantenimiento y cuidado. El deterioro por el uso podría necesitar el cambio de nuevas partes, ya que ocasionalmente algunas de ellas sufren fracturas. El pie protésico debe ser protegido de la humedad para evitar su deterioro. El encaje puede ser limpiado diariamente con un paño húmedo.

Un cuidado preventivo de los pequeños problemas mantiene su funcionalidad. Es recomendado realizar visitas regulares de chequeo, principalmente durante el entrenamiento de la marcha. Se puede considerar establecer un seguimiento de cada 6 a 9 semanas, luego cada 6 meses y finalmente una vez al año. Es recomendado también que el usuario reciba un chequeo por parte del equipo clínico una vez al año para estar seguro que no existan problemas de disimetría durante la edad de crecimiento y que la prótesis esté en buenas condiciones.

## CAPITULO VII

### 7.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA.

Materia Prima	Unidad de medida	Precio \$	Valor por unidad \$	Cantidad Utilizada	Costo en \$
Venda de Yeso de 6"	Caja de 12 unidades	16.00	1.34	2	2.68
Venda de Yeso de 8"	Caja de 12 unidades	21.00	1.75	1	1.75
Yeso Calcinado	50 lbs.	5.80	0.12	20 lbs.	2.40
Polipropileno 5mm	Pliego	23.76	5.94	¼ pliego	5.94
PVA	Rollo de 100 metros	526.00	5.26	1 mt.	5.26
Varilla Hierro 3/8	6 mts	1.55		¼ mt.	0.06
Tubo Galvanizado ½"	6 mts.	9.40	0.78	½ mt.	0.78
Pega de contacto	Galón	8.23		1/16	0.52
Cinta adhesiva	Rollo	0.75	0.75	1	0.75
Tirro de 2"	Rollo	2.00	2.00	1	2.00
vasos	Unidad	0.03	0.03	4	0.12
Baja lengua	Caja de 100	2.50	0.025	4	0.10
Jeringas	Unidad	0.17	0.17	2	0.34
Lija #320	Pliego	0.57	0.57	1	0.57

Total	23.27
-------	-------

### 7.2 COSTOS DE FABRICACIÓN.

Materia de Fabricación	Unidad de medida	Precio \$	Valor por unidad \$	Cantidad Utilizada	Costo en \$
Adaptador para socket	Unidad	20.29	20.29	1	20.29
Tubo de aluminio 200mm	Unidad	23.42	23.42	1	23.42
Abrazadera	Unidad	20.29	20.29	1	20.29

Pie Greissinger con adaptador de Titanio.	Unidad	192.00	192.00	1	192.00
Rodillera Neopreno	Unidad	11.43	11.43	1	11.43
Espuma cosmética b/rodilla	Unidad	12.43	12.43	1	12.43
Stokenete 3"	25 Yarda.	21.51	0.86	3½ yarda	3.01
Resina	Galón/ 4.6 kgr	10.86	0.0023	725 gr.	1.67
Catalizador	Galón/ 3750 c.c	34.29	0.0091	29 c.c	0.26
Fibra de Vidrio	mt²	2.06	2.06	¼ mt²	0.51
Pigmento	1lt/1000 c.c.	35.37	0.035	8	0.28
Felpa	25 yardas	69.50	2.78	½ yarda	1.39
Poliuretano A	Lata 4.6 Kgr	74.17	0.016	90 gr	1.44
Poliuretano B	Lata 4.6 Kgr	77.84	0.017	90 gr	1.53
Pelite de 3mm de alta densidad	Pliego	6.10	6.10	½ pliego	3.05
<b>TOTAL \$</b>					<b>293.00</b>

### 7.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

Salario del técnico	\$ 457.00
Horas hombre efectivas	160 hrs.
Costo por hora efectiva de fabricación	\$ 2.86
Hora efectiva de fabricación	20 hrs.

Costo de mano de Obra = \$ 2.86 x 20 hrs. = \$ 57.20

### 7.4 COSTOS INDIRECTOS

Costo de mano de Obra x 117% = Costos indirectos

$$\$ 57.20 \times 1.17 = \$ 66.92$$

## 7.5 COSTO TOTAL

COSTOS DIRECTOS	
Costos de Materiales	23.27
Costos de Fabricación	293.00
Mano de Obra	57.20
COSTOS INDIRECTOS	
Costo Indirecto	66.92
TOTAL \$	440.39

## CAPITULO VIII

### CASO No. 2

#### 8.1 DATOS PERSONALES.

Nombre: María Guadalupe Martínez Martínez.

Edad: 14 años

Fecha de Nacimiento: 12 de Diciembre de 1989

Estado Civil: Soltera

Ocupación: Estudiante

Dirección: Colonia Las Brisas Poniente, Calle Principal, #29 A, Soyapango.

Estatura: 1.50 mt.

Diagnóstico: Deficiencia femoral focal proximal del miembro inferior izquierdo.

Prescripción: Ortoprotesis en resina con cesta pélvica y cinturón Silesiano.

## 8.2 HISTORIA CLÍNICA.

Usuaría de 14 años, expresa que el pediatra de turno comunicó a sus padres que había nacido con esta deformación y recomendó que se realizase tratamiento quirúrgico, el cual no se llevó a cabo por no obtener el consentimiento de los padres. Durante las primeras dos semanas presentó complicaciones respiratorias, fue llevada a consulta y se le diagnosticó una hernia diafragmática, posteriormente fue intervenida quirúrgicamente. Nunca ha utilizado dispositivos de compensación, ni ha recibido ningún tipo de terapia física. Pese a que nunca ha recibido terapia psicológica tiene una gran aceptación de su situación. Desde los 5 años a utilizado muletas para desplazarse. No desea que se le practique ninguna intervención quirúrgica. Anteriormente no se le había realizado un estudio radiológico.

## 8.3 EXAMEN FÍSICO.

Presenta una disimetría por acortamiento en el miembro inferior izquierdo. El acortamiento aparente es de 32 centímetros en relación a la longitud de ambas extremidades inferiores (el miembro inferior derecho 82 cms y el miembro inferior izquierdo 50 cms). El segmento femoral es muy corto. La cadera presenta una posición de flexión, abducción y rotación externa. No se percibe el maléolo externo por medio de la palpación y de igual forma se puede apreciar displasia de la cresta ilíaca antero superior de la cadera izquierda. El pie izquierdo sometido a carga tiene tendencia a valgo de talón. Muestra caída de los radios medios y Hallux Valgus. El pie izquierdo se encuentra a nivel del tercio medio de la pierna y mide 4 cms menos que la contralateral (el pie derecho mide 24 cms y el izquierdo 20 cms).

La longitud de la extremidad inferior derecha desde la espina iliaca antero superior hasta el borde inferior del maléolo interno es de 78 cms y la longitud de la extremidad inferior izquierda es de 46 cms, obteniendo como diferencia entre ambas 32 centímetros, lo cual coincide con la altura tomada desde el suelo hasta el talón. Hay hipoplasia en la musculatura del Cuádriceps.

Al realizar maniobras de rotación de cadera pueden percibirse chasquidos a lo largo de todo el miembro. Es capaz de soportar carga en el retropié. El antepié no soporta carga debido a la sensibilidad que hay por la caída de los radios medios. La rodilla de la pierna derecha presenta una posición combinada de recurvatum y valgo. El Hallux del pie derecho presenta valgo (específicamente la falange distal). Existe una desviación lateralizada de la columna hacia el lado derecho. La escápula derecha se encuentra más elevada y posterior con relación a la contralateral. Su ambulaci3n es asistida por medio de muletas.

Se obtuvieron los siguientes resultados al realizar las siguientes pruebas:

Miembro Inferior Derecho

Ligamento Colateral Medial (tensi3n valga): negativo

Ligamento Colateral Lateral (tensi3n vara): negativo

Ligamento Cruzado Anterior: negativo

Ligamento Cruzado Posterior: negativo

Simetría de la cintura pélvica: Asimétrica (hipoplasia de cadera izquierda).

Prueba de Thomas (contractura de cadera en flexi3n): negativo

En el miembro inferior izquierdo no se realizaron estas pruebas ya que con la manipulaci3n se determin3 que eran tan inestables tanto la articulaci3n de la cadera como la de la rodilla, que por seguridad del usuario no se realizaron las diferentes pruebas.

#### 8.4 EVALUACI3N MUSCULAR Y ARCOS DE MOVIMIENTOS DE MIEMBROS INFERIORES.

Articulaci3n		Miembro Inferior Derecho		Miembro Inferior Izquierdo	
Cadera	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexi3n	135°	completo	5	10°	2
Extensi3n	30°	completo	3+	10°	2
Abducci3n	45°-50°	completo	5	completo	3+
Aducci3n	20°-30°	completo	5	completo	3+

Rot. Ext	45°	completo	5	-	-
Rot. Int.	35°	completo	5	-	-
Rodilla	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión	120°-130°	completo	5	65°	3-
Extensión	120°-130°	completo	5	65°	3
Pie	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión Plantar	50°	completo	5	completo	5
Flexión Dorsal	20°	completo	5	completo	5
Inversión	5°	completo	5	completo	5
Eversión	5°	completo	5	completo	5
Abducción (segmento anterior)	10°	completo	5	completo	5
Aducción (Segmento anterior).	20°	completo	5	completo	5
Primer Articulación MTTFs.	Arco de Movimiento	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular	Arco de Movimiento	Fuerza Muscular
Flexión	45°	completo	5	completo	4+
Extensión	70°-90°	completo	5	completo	4+

## 8.5 ANÁLISIS RADIOGRÁFICO.



La radiografía de cadera con vista A-P del miembro inferior izquierdo muestra una displasia de cadera. No hay presencia de acetábulo, cabeza y cuello femoral. El fémur está representado por los cóndilos femorales. El extremo proximal de la diáfisis femoral tiene una forma puntiaguda. Hay vestigios de rótula. Presenta una Hemimelia Postaxial Parcial del Peroné. El Déficit Focal Femoral Proximal es de tipo D según la clasificación de Aitken.

### 9.1 DEFICIENCIA FOCAL FEMORAL PROXIMAL (PFFD).

La Deficiencia Focal Femoral Proximal (PFFD), es una anomalía congénita de la pelvis y de la parte proximal del fémur que causa deformidad en la cadera y acortamiento en la extremidad alterando su función. PFFD puede aumentar su severidad, desde un caso leve como puede ser un fémur corto con una articulación normal de cadera, hasta el caso más severo donde no hay articulación de la cadera. La condición puede ser unilateral o bilateral y se asocia a menudo a otras anomalías congénitas.

### 9.2 ETIOLOGÍA

Las causas de PFFD son desconocidas. No tiene carácter genético. Algunos han propuesto que son causadas por anoxia (deficiencia del oxígeno), isquemia (deficiencia temporal de la fuente de la sangre), productos químicos, radiación, toxinas bacterianas, infecciones virales, e incluso trauma mecánico. Sin embargo, la única causa definida es la Talidomida, de la droga que fue utilizada como sedante y píldora durmiente.

### 9.3 INCIDENCIA

La incidencia es de 1 por cada 50,000 nacidos vivos. Ocurre más en hombres que en mujeres. Aproximadamente el 15% de casos de PFFD son bilaterales, teniendo con frecuencia los defectos más severos en el peroné y el pie. Entre el 70% y 80% de los casos también experimentan defectos del peroné. El 50% de pacientes también experimentan defectos en otros miembros. Muchas personas que sufren de PFFD, entre el 70% y 80% tienen deficiencia de los ligamentos cruzados.

### 9.4 EMBRIOLOGÍA

El PFFD se da durante las primeras 2-7 semanas de la vida fetal. La formación de las extremidades comienza cerca de los 32 días. Primero se forman los extremos proximales en dirección distal, seguido por las manos y los pies, que se forman completamente por la séptima semana. El acetábulo, la cabeza y el cuello femoral se convierten de un bloque común de cartílago, con una hendidura que se separa

gradualmente hasta que se forma una cavidad común. Este punto es crítico para la diagnosis apropiada.

El desarrollo del acetábulo y la cabeza femoral están directamente ligados, es decir no puede desarrollarse uno sin el otro. Esto significa que si un acetábulo puede apreciarse mediante radiografía durante el primer año de vida, entonces están presentes también una cabeza femoral y el cuello. Lo que afecta el brote del miembro también afecta el desarrollo en el muslo, la articulación de la rodilla, y a veces la pierna.

## 9.5 RESULTADOS CLÍNICOS

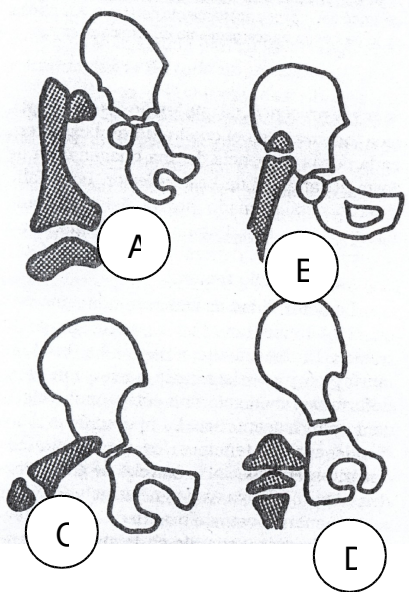
El aspecto de un niño con PFFD es muy típico. Se caracteriza por flexo-abducción de cadera, rotación externa, el segmento femoral es muy corto, frecuente hipoplasia en la musculatura de Cuádriceps y consecuente vestigios de la rótula. Algunos han descrito la pierna como una L al revés. El pie de la pierna afectada está con frecuencia a nivel de la rodilla opuesta. A menudo se asocia con una Hemimelia Paraxial del Peroné, pero en la PFFD bilateral es muy rara.

Casi siempre existe una inestabilidad antero-posterior en la articulación de la rodilla debido al déficit ligamentoso. En disimetrías leves, cuando el infante inicia la bipedestación, la rodilla contra-lateral se sostiene en flexión como alternativa para compensar la discrepancia del miembro. El diagnóstico es casi siempre posible en el primer examen físico debido a las características típicas del PFFD. Sin embargo, el examen físico es de poco valor para determinar la severidad del defecto. Las radiografías o igual la Resonancia Magnética serán requeridas para determinar la severidad y la clasificación.

## 9.6 CLASIFICACIÓN

Varias clasificaciones se han propuesto para PFFD, pero la más utilizada es la clasificación de Aitken, desarrollada por el Dr. George T. Aitken en los años 60 basada en resultados radiográficos.

Aitken clasificó PFFD en 4 tipos:



Tipo A:

- Existe siempre un acetábulo adecuado que contiene la cabeza femoral.
- El fémur es corto con coxa vara.
- Desarrollo de pseudoartrosis en la región subtrocantérica.
- Con la madurez esquelética, la osificación de la pseudoartrosis podría llegar a tomar parte de la cavidad con una angulación en varo hasta llegar a ser muy severa.

Tipo B:

- La osificación de la epífisis femoral se retrasa y el acetábulo es ligeramente displásico.
- La unión entre la cabeza y el eje femoral está dada por un cartílago defectuoso que no puede osificarse en la madurez esquelética.

Tipo C:

- La displasia acetabular es severa y la cabeza femoral nunca se osifica.
- El extremo superior del fémur es estrecha, o con forma puntiaguda.

- La Cadera es muy inestable

Tipo D:

- El acetábulo y la cabeza femoral están ausentes.
- El fémur esta representado por los cóndilos femorales.
- El segmento femoral es anormalmente corto con una flexión severa (esta característica es mucho más marcada en los casos de PFFD bilateral).
- En los casos más severos solamente una parte pequeña del fémur está presente, con anormalidad marcada de la rodilla.

## 9.7 ANOMALÍAS ASOCIADAS

- Hemimelia paraxial peronea congénita (50%-80%)
- Acortamiento de la tibia y del peroné.
- La rótula puede estar ausente, o cabalgar si existe vestigio.
- Deformidad de rodilla en valgo.
- Inestable de rodilla.
- Malformación del pie, hipoplasia leve, equino, varo de retropié.

## 9.8 TRATAMIENTO

La meta del tratamiento es proporcionar un funcionamiento óptimo y una cosmética aceptable. El plan del tratamiento se basa en tres factores básicos:

- Si es bilateral o unilateral.
- Por la severidad (discrepancia de la longitud, clase de Aitken, etc.).
- Si hay presencia o ausencia de deformidad en el pie y tobillo, además de su funcionalidad.

### 9.8.1 Prótesis Sin Cirugía.

No se requiere ningún tratamiento quirúrgico. Es la opción inicial más simple y certera dentro del tratamiento en que se realiza una adaptación protésica al miembro afecto. Si se opta por una prótesis con articulación de la rodilla se

presentan dos problemas, si el pie se deja en 90° la prótesis tendría una cuenca demasiado grande en la parte distal anterior, haciéndola cosméticamente inaceptable, lo cual podría solventarse colocando el pie en equino, pero si la discrepancia es moderada, la colocación de la articulación de la rodilla estaría ubicada más baja que la contralateral.

La ventaja principal de este tratamiento es que el niño no tiene que soportar ninguna cirugía. También es conveniente si los padres están esperando algún método de alargamiento del miembro, y en el futuro el pie todavía estaría en su lugar.

Las prótesis de tipo transfemoral y para desarticulado de rodilla poseen una cuenca diseñada para descargar peso en el isquion. Los niños con complicaciones de categoría A y B, con un muslo normal pueden utilizar una cuenca cuadrilateral modificada. Para los niños con categoría C y D, la cuenca posee una forma más cilíndrica. La cuenca puede tener una pared interior flexible, permitiendo la entrada del tejido bulboso y a su vez proveer suspensión. Un cinturón Silesiano podría ser usado como suspensión secundaria. La correcta longitud de la prótesis es asumida si la columna del niño está recta. Las espinas ilíacas no siempre se encuentran simétricas y es por eso que no siempre es favorable como punto de referencia.

#### 9.8.2 Prótesis con Cirugía.

El tratamiento más común para PFFD unilateral es mediante tratamiento quirúrgico y adaptación protésica. La meta del tratamiento quirúrgico es proporcionar una cadera más estable siempre que sea posible y optimizar la pierna como muñón para ser protetizado.

##### 9.8.2.1. Tratamiento para PFFD unilateral.

Si la discrepancia no es muy severa diferencia predicha en la madurez es 7.5 centímetros o menos, entonces puede ser tratada con las elevaciones del zapato, o alargamiento del miembro. Debe tenerse presente que la diferencia de 7.5

centímetros está en la madurez. 7.5 centímetros en un bebé recién nacido pueden convertirse en 25 centímetros en la madurez.

Si la diferencia predicha es mayor de 12.5 centímetros, entonces una prótesis será requerida. Las opciones prostéticas disponibles son:

- 1) Adaptación adecuada del pie,
- 2) Amputación y ajuste protésico (prótesis por debajo de rodilla),
- 3) Rotación de Van Ness con prótesis por debajo de rodilla (el tobillo rotado funciona como articulación de rodilla).

Las opciones del tratamiento disponibles son:

1. Alargamiento del miembro: es posible alargar el miembro solamente en casos cuando la PFFD es de tipo A, con una diferencia pequeña de la longitud (menos de 7.5 cms. predichas en la madurez). La presencia de una cadera y de un pie estable es también muy importante.
2. La técnica de rotación de Van Ness: es el tratamiento más polémico de PFFD (también llamado Osteotomía Rotacional Van Ness). La operación fue realizada originalmente por Borggreve en Alemania en los años 30, y era Van Ness quien lo aplicó a los pacientes de PFFD en 1950.

El procedimiento rota el pie 180 grados de modo que funcione el empalme del tobillo como una articulación de rodilla. Al rotar el pie se convierte en el "muñón" para prótesis transtibiales. Los procedimientos quirúrgicos no son complicados, pero la elaboración protética es difícil, y requiere el servicio de un protésista.

Los requisitos previos principales para el procedimiento de Ness Van incluyen:

- un pie normal,
- presencia del peroné,
- una cadera estable,

- implicación unilateral
- una gama activa del movimiento del tobillo por lo menos de la cadera estable de 45 grados.

La práctica de la operación es extremadamente útil por convertir la que sería una amputación funcional transfermoral a una funcional transtibial. La rotación de Van Ness es funcionalmente beneficiosa al usuario pues da una rodilla con la extensión y flexión activa, además de mejorar perceptiblemente la biomecánica de la marcha. Aún es recomendable para los niños que tienen un pie y un una rodilla funcional. La preparación psicológica es esencial tanto para el usuario y sus padres.

#### 9.8.2.2 Tratamiento para PFFD bilateral.

En casos de PFFD ambos miembros están aproximadamente con igual longitud. Los niños con PFFD bilateral pueden caminar bien generalmente en sus propios pies, pero la altura sería significativamente corta. Las cirugías no se recomiendan generalmente porque destruiría la capacidad del niño de caminar sin prótesis. La cirugía es necesaria solamente en casos que las deformidades severas del pie inhiban la marcha o cuando exista una significativa discrepancia, y para potenciar la cosmética protésica.

Casi todos los casos bilaterales de PFFD son la clase D (ningún acetábulo y ninguna cabeza femoral) de Aitken. La rotación de Van Ness no es recomendada para PFFD bilateral.

## CAPITULO X

### 10.1 ORTOPROTESIS

Dispositivo ortopédico que mejora la función de la extremidad afectada, sustituyendo o completando a esta parcialmente. Se conoce con el término de ortoprótesis por estar sus funciones entre las ortesis y las prótesis.

Este término fue aceptado en 1979 durante el Congreso Internacional y Técnica Ortopédica de Nuremberg, propuesto por Ernest Marquardt.

Se indica una ortoprótesis cuando la pérdida del fémur implica un acortamiento longitudinal equivalente a una cuarta parte o más de la longitud del hueso. Los acortamientos menores pueden compensarse mediante una bota ortopédica, una alza compensatoria o un calzado inferior para la pierna contralateral.

El segmento de pierna y pie protésico cumplen una triple función: compensar la disimetría, la estética, y la motricidad.

## 10.2 INDICACIONES

- Traumatismos que provocan deformidad o afectan el cartílago de crecimiento dando lugar a un acortamiento.
- Enfermedades neuromusculares; por ejemplo poliomielitis.
- Enfermedades sistémicas; por ejemplo enfermedad de Ollier.
- Malformaciones congénitas: aplasias, hipoplasias, etc.

## 10.3 DESCRIPCIÓN

Se caracterizan por usar como muñón el resto de la extremidad. Presenta grandes cambios en función para cada caso en particular y del tipo de patología que a generado la deformidad.

La función biomecánica fundamenta que cumple cualquier tipo de ortoprótesis de la extremidad inferior consiste en restablecer el equilibrio longitudinal de ambas extremidades y reestablecer el equilibrio corporal.

Todas las ortoprótesis constan fundamentalmente de una porción que se encuentra en contacto con el resto del miembro afectado, el cual llamaremos cuenca y el resto de la ortoprótesis o porción protésica, restablece el equilibrio entre las extremidades y proporciona la funcionalidad durante la marcha.

La cuenca puede estar provista de un apoyo isquiático en casos que exista malformación en la articulación de la cadera, con el propósito de desviar parte de la carga hacia la pelvis, y/o también en aquellos casos en que los elementos de sostén se encuentran deficientes tanto en el aspecto óseo como muscular. En algunos casos se utiliza el apoyo patelar.

Cuando las cuencas se construyen de material flexible la abertura se practica longitudinalmente anterior o posterior. Las cuencas rígidas pueden realizarse en dos valvas, o bien con una ventana anterior o posterior según sea el caso. Estas valvas o ventanas pueden estar fijadas por cintas de velcro autoadhesivo o por cintas de material resistente.

La porción protésica cambia mucho de un usuario a otro, ya sea por el nivel de la articulación, desviaciones, la línea de carga estática y la disimetría.

En casos unilaterales debe considerarse si existe diferencia entre los niveles articulares de ambas extremidades. En casos bilaterales debe procurarse mantener la proporcionalidad entre el tronco y las piernas a la hora de situar el nivel de las articulaciones de rodilla. En extremidades con disimetría no muy elevada se debe respetar la articulación de la rodilla, aunque esta no coincida con la articulación de la pierna sana. Si la disimetría es muy elevada puede contemplarse la posibilidad de situar la articulación por debajo del pie, o situarla a nivel intermedio.

#### 10.4 ALINEACIÓN

Las cuencas y alineaciones de las ortoprótesis se realizan de acuerdo a las normas y reglas generales para la construcción de prótesis de extremidad inferior, ya sea para amputaciones transfemorales o transtibiales.

Si contemplamos la ortoprótesis en el plano sagital, la línea vertical debe pasar lo mas parecido a la línea de carga fisiológica (por el trocánter, ligeramente por delante del eje de la rodilla, por delante de los maléolos y cortando el pie protésico por el centro.

Cuando existe la posibilidad de alargamiento quirúrgico la ortoprótesis debe mantener el pie a 90°, en caso contrario puede colocarse en equino, con lo que consigue un aumento en la estética.

Durante la elaboración de la cuenca de las ortoprótesis, debe considerarse que la parte fundamental en la repartición de la carga se encuentra en el talón, ya que está provisto de una piel resistente a la carga y secundariamente el resto de la planta del pie. En los casos en que se equiniza la parte dorsal del pie, se ve afectada por la presión generada por la posición que adopta el pie, por lo que se deberá utilizar una almohadilla protectora ya que esta zona no esta dotada para soportar carga.

## CAPITULO XI

### 11.1 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD PARA LA FABRICACION DE UNA ORTOPRÓTESIS PARA UN PFFD.

#### MATERIALES

Venda de yeso de 6"  
Yeso Calcinado  
Agua  
Media de nylon  
Protector de polietileno  
Tubo galvanizado de 1/2"  
Pigmento Azul  
Lija de Agua  
Pega de contacto  
Pelite de 3 mm de alta densidad  
1/4 de lámina de Polipropileno  
Pliego de Teflón  
Vaselina  
Bolsas de PVA  
Talco  
Tricot tubular de perlón  
Resina  
Catalizador  
Fibra de Vidrio  
Felpa  
Pigmento  
Poliuretano A y B  
Espuma cosmética

#### HERRAMIENTAS

Lápiz Indeleble  
Tijera para Yeso  
Cuchilla para papel  
Calibrador (Pie de Rey)  
Cinta Métrica  
Plomada  
Cubeta plástica  
Prensa para tubo de 1/2"  
Taza plástica  
Escofina para yeso redonda  
Escofina para yeso media caña  
Sierra eléctrica de pedestal  
Sierra manual  
Bomba de succión  
Tijera  
Sierra eléctrica oscilante  
Martillo de Goma  
Horno Eléctrico  
Fresadora y juego de fresado  
Caja de alineación  
Llaves Allen de 4 y 8 mm  
Bascula  
Lija No. 320

EQUIPO DE SEGURIDAD: Par de guantes, protectores de ojos y oídos, mascarilla.

## 11.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE UNA ORTOPROTESIS ENDOESQUELETAL, SIN ARTICULACION DE RODILLA PARA UNA DEFICIENCIA FOCAL FEMORAL PROXIMAL TIPO D.

### 11.2.1 Toma de Medidas.

Estas serán escritas en la Hoja de Medidas, después de haber realizado tanto las pruebas musculares y arcos de movimiento.

En el Miembro Afecto:

- Largo del pie.
- Altura de los maléolos.
- Distancia medio lateral de las cabezas metatarsianas.
- Distancia medio lateral de los maléolos.
- Distancia del borde inferior del talón al isquion.
- Circunferencias desde proximal hacia distal cada 5 centímetros a partir del perineo.
- Distancia medio lateral de cada una de las circunferencias anteriores.
- Circunferencia de la región trocantérica.

En el Miembro Sano:

- Largo del pie.
- Circunferencias proximal y distal de la pierna.
- Distancia medio lateral de las circunferencias anteriores.
- Distancia del suelo al isquion.

### 11.2.2 Toma del Molde Negativo.

Se le coloca al usuario una panty-media y se marcan las siguientes zonas:

- a) Maléolo interno y externo.
- b) I y V cabezas metatarsianas.
- c) Isquion
- d) Las circunferencias cada 4 centímetros de proximal hacia distal a partir del perineo.

Se coloca una tira de polietileno de aproximadamente 70x2 centímetros en la parte anterior del miembro (dependerá de la longitud de la extremidad). Le pedimos al usuario que se ponga de pie, apoyándose en una silla y que coloque su pie en máximo equino. Iniciamos el vendaje envolviendo ambas caderas, continuando con el muslo, luego la pierna, y finalizando con el pie. Masajeamos el vendaje, y controlamos la contención del isquion y la posición equina del pie.

Cuando el vendaje de yeso ha fraguado marcamos las líneas de progresión longitudinal en las vistas anterior y sagital. Hacemos marcas a lo largo de la tira de polietileno para no perder la alineación. Cortamos y retiramos cuidadosamente el molde negativo para que no se deforme. Finalizamos retirando la media y confirmando las marcas dentro del positivo.

#### 11.2.3 Elaboración y Modificación del Molde Positivo.

Verificamos la alineación. En la vista anterior la línea de plomada deberá pasar 50% medial, 50% lateral, mitad del tobillo. En la vista lateral, 50% anterior, 50% posterior, adelante del maléolo externo.

Sellamos el negativo con una lengüeta de 4 capas a lo largo del corte anterior y le introducimos un tubo galvanizado de ½ " de un metro de longitud (esto dependerá de la longitud del miembro). Llenamos el molde con una mezcla de yeso calcinado para proceder a retirar el molde negativo. Confirmamos las marcas y efectuamos las reducciones. Regularizamos y pulimos el molde positivo.

Las reducciones que se realizan en el muslo y el tercio proximal de la pierna dependerán del tejido, en cambio desde el tercio medio hasta el pie la reducción se hará hasta alcanzar las medidas que anotamos en la Hoja de Medidas.

#### 11.2.4 Termo-conformado de la Cuenca de Prueba.

Colocamos el positivo en el sistema de succión y lo cubrimos con una media de nylon para tener una mejor succión, aislamiento y contacto del termoplástico.

Confirmamos tanto la presión de bomba de succión como los demás sistemas para evitar pérdida de presión. Luego medimos las dimensiones proximal, distal y longitud del positivo. A estas les sumamos 5 centímetros. Transferimos estas medidas a un pliego de polipropileno de 5 milímetros y lo cortamos.

Corroboramos la temperatura del Horno (aproximadamente 180° C) e introducimos la lámina de polipropileno dentro del horno, colocándola sobre un pliego de teflón. Luego esperamos que el termoplástico alcance su punto vítreo, y cuando esté ya listo, lo sacamos del horno y lo colocamos sobre el positivo. Sellamos sus extremos, y lo termo-conformamos abriendo la válvula de succión. Cortamos el excedente y esperamos que enfríe para retirarlo. Marcamos el diseño, lo cortamos y pulimos.

En este caso, la costura estará ubicada en la cara anterior del positivo, debido a que la ventana estará localizada en esta misma región tanto en la cuenca de prueba como en la misma ortoprotésis. El corte proximal de la cuenca en la cara anterior estará definido por la porción del muslo de tal forma que lo cubrirá. La cara lateral estará a nivel de la cresta ilíaca del lado afectado y el nivel del corte en la cara posterior formará una cesta de suspensión glútea.

#### 11.2.5 Prueba de Cuenca.

Le colocamos al usuario una media de nylon para facilitar la introducción del miembro afecto dentro de la cuenca. Le pedimos al usuario que introduzca su pierna dentro de la cuenca y lo ubicamos en el sistema de alineación estacionario. Verificamos la altura, las líneas de progresión longitudinal anterior y lateral, el nivel de los cortes. Le pedimos que ejerza presión sobre el encaje y verificamos el contacto. Marcamos tanto los puntos de presión (si los hay) como las zonas en las que no tengan contacto o contacto suficiente. Verificamos las distancias del isquion al suelo, y del suelo al talón. También corroboramos si el usuario siente que descansa en el isquion y finalizamos retirando la cuenca para ver si existen puntos de presión.

#### 11.2.6 Laminación de la Cuenca en Resina.

Colocamos la cuenca en el sistema de succión. Colocamos en el siguiente orden: una bolsa de PVA, una capa de felpa, una capa de fibra de vidrio, tres capas de stoquinete y una bolsa más de PVA. Después de haber colocado la primera bolsa de PVA, abrimos la válvula de succión para que esta se adhiera al molde positivo, estiramos la bolsa para que quede un solo pliegue hacia la parte anterior del positivo y colocamos las demás capas. Al colocar la segunda bolsa de PVA, hacemos lo mismo pero aseguramos el pliegue con cinta adhesiva.

Hacemos la mezcla de resina y la vertimos dentro de la segunda bolsa. Distribuimos la mezcla a través de todo el positivo, y lo masajeamos para asegurarnos de que todas las capas se han impregnado. Esperamos que la mezcla fragüe, para cortarlo y retirarlo del sistema de succión. Luego procedemos a regularizar y pulir los cortes.

#### 11.2.7 Alineación Estática.

Primero colocamos un cono de polietileno de manera cilíndrica en el extremo distal de la cuenca y vertimos dentro de este una mezcla de espuma de poliuretano. Luego utilizando la lija sin fin desbastamos la espuma hasta conseguir la alineación en la vista anterior de 50% lateral, 50% medial, pasando por el centro del talón, y en la vista sagital 50% anterior, 50% posterior y anterior al maléolo externo, para esto nos auxiliamos de una plomada.

Luego se ubican los componentes del sistema modular de manera neutra y se monta sobre éste la cuenca de resina. La línea de plomada corta el pie anterior entre el primero y segundo dedo, lateral un centímetro por delante del tercio posterior del pie protésico y posterior por el centro del talón. Todo esto se ubica dentro de la caja de alineación tridimensional. La altura la obtenemos transfiriendo la medida del isquion al suelo de la pierna contralateral a la ortoprotesis. Para esto podemos proceder a cortar el tubo de aluminio hasta conseguir la longitud deseada.

En este caso durante la alineación estática, respetamos la posición de la extremidad afecta (flexo-abducción de cadera, y rotación interna). Hay que recordad que el pie

se encuentra en máximo equino, lo cual significa que el área para la adaptación del sistema modular disminuye.

#### 11.2.8 Alineación Dinámica.

Primero le colocamos al usuario una media de nylon para facilitar la introducción del miembro dentro de la ortoprotesis, la aseguramos utilizando un cinturón Silesiano a nivel de la cadera y una banda de velcro a nivel del tobillo.

Para asegurarnos de que la altura es la adecuada, verificamos que la columna se encuentre recta. Buscar la horizontalidad por medio de las crestas ilíaca, dada la hipoplasia de cadera, puede ser un parámetro falso.

Pedimos al usuario que camine entre las barras paralelas y observamos su marcha en las vista anterior, posterior y sagital. Debido a que la ortoprotesis esta alineada de manera neutra, puede ser necesario cambia su posición (cuenca en flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna u rotación externa). Esto se nos facilita al utilizar el sistema modular. Puede llegar a ser necesario también tener que desplazar el pie protésico (anterior, posterior, medial o lateral). Todos estos cambios son hechos con la finalidad de conseguir una marcha más anatómica.

#### 11.2.9 Laminación Final.

Retiramos el sistema modular de la cuenca y la vaciamos nuevamente con una mezcla de yeso para poder colocarlo posteriormente en el sistema de succión. A continuación lijamos toda la superficie de la cuenca para conseguir una mejor adherencia en la laminación final. Después de haber colocado el molde en el sistema de succión, colocamos en el siguiente orden con: una capa de fibra de vidrio, tres capas de stoquinete y una bolsa de PVA. Sellamos la bolsa al extremo inferior del sistema de succión con cinta aislante y abrimos la válvula de succión para formar un sólo pliegue en la cara anterior. Hacemos una mezcla de resina a la que le agregamos pigmento y la vertimos dentro de la bolsa de PVA. Procedemos a distribuir la mezcla alrededor de toda la cuenca y le aplicamos masaje para que las

diferentes capas puedan impregnarse adecuadamente. Esperamos que la resina haya fraguado para poder retirarlo del sistema de succión. Luego procedemos a cortarlo y retirarlo del molde de yeso.

#### 11.2.10 Acabado Final.

Habiendo retirado la cuenca del molde de yeso, realizamos la regularización de los bordes puliéndolos posteriormente. Colocamos nuevamente el sistema modular y hacemos la espuma cosmética. Finalizamos remachando tanto el cinturón Silesiano como la suspensión de la región del tobillo.

## CAPITULO XII

### 12.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA.

Materia Prima	Unidad de medida	Precio \$	Valor por unidad \$	Cantidad Utilizada	Costo en \$
Venda de Yeso de 6"	Caja de 12 unidades	16.00	1.34	1	1.34
Venda de Yeso de 8"	Caja de 12 unidades	21.00	1.75	2	3.50
Yeso Calcinado	50 lbs.	5.80	0.12	50 lbs.	5.80
Polipropileno 4mm	Pliego	19.00	9.5	1/2 pliego	9.5
PVA	Rollo de 100 metros	526.00	5.26	2 mt.	10.52
Varilla Hierro 3/8	6 mts	1.55		1/4 mt.	0.06
Tubo Galvanizado 1/2"	6 mts.	9.40	1.57	1	1.57
Cinta adhesiva	Rollo	0.75	0.75	1	0.75
Tirro de 2"	Rollo	2.00	2.00	1	2.00
Vasos	Unidad	0.03	0.03	4	0.12
Baja lengua	Caja de 100	2.50	0.025	4	0.10
Jeringas	Unidad	0.17	0.17	2	0.34
Lija #320	Pliego	0.57	0.57	1	0.57

<b>Total</b>	<b>36.17</b>
--------------	--------------

### 12.2 COSTOS DE FABRICACIÓN.

Materia de Fabricación	Unidad de medida	Precio \$	Valor por unidad \$	Cantidad Utilizada	Costo en \$
Adaptador para socket	Unidad	20.29	20.29	1	20.29
Tubo de aluminio 200mm	Unidad	23.42	23.42	1	23.42

Abrazadera	Unidad	20.29	20.29	1	20.29
Adaptador para Pie	Unidad	21.30	21.30	1	21.30
Pie Greissinger	Unidad	86.00	86.00	1	86.00
Stoquinete 6"	25 Yrds.	37.33	1.49	5 1/2	8.19
Resina	Galón/ 4.6 kgr	10.86	0.0023	2025gr.	4.66
Catalizador	Galón/ 3750 c.c	34.29	0.0091	81c.c	0.74
Fibra de Vidrio	mt <sup>2</sup>	2.06	2.06	1/2 mt <sup>2</sup>	3.02
Pigmento	1lt/ 1000 c.c.	35.37	0.035	20 c.c.	0.70
Felpa	25 yardas	69.50	2.78	1/2 yarda	1.39
Poliuretano A	Lata 4.6 Kgr	74.17	0.016	90 gr	1.44
Poliuretano B	Lata 4.6 Kgr	77.84	0.017	90 gr	1.53
Remache de cobre	Unidad	0.04	0.04	4	0.16
Arandelas	Unidad	0.04	0.04	4	0.16
Hebillas de 1"	Unidad	0.02	0.02	1	0.02
Hebillas de 2"	Unidad	0.02	0.02	2	0.04
TOTAL \$					193.35

### 12.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

Salario del técnico	\$ 457.00
Horas efectivas hombre	160 hrs.
Costo por hora efectiva de fabricación	\$ 2.86
Hora efectiva de fabricación	20 hrs.

Costo de mano de Obra = \$ 2.86 x 20 hrs. = \$ 57.20

### 12.4 COSTOS INDIRECTOS

Costo de mano de Obra x 117% = Costos indirectos

$$\text{\$ } 57.20 \times 1.17 = \text{\$ } 66.92$$

## 12.5 COSTO TOTAL

COSTOS DIRECTOS	
Costos de Materiales	36.17
Costos de Fabricación	193.35
Mano de Obra	57.20
COSTOS INDIRECTOS	
Costo Indirecto	66.92
TOTAL \$	353.47

## CONCLUSIONES

Se ha podido determinar que para la prescripción de dispositivos ortoprotésicos es necesario conocer la historia clínica del usuario, así como también de su situación musculoesquelética, patológica, y psicológica para poder determinar tanto las opciones como las limitantes para la elaboración de una planeación en fin de la rehabilitación del mismo.

Así también, mediante el estudio de las ventajas y desventajas, nuevas tecnologías y conocimientos puede llegarse a realizar una óptima elaboración de aparatos que ayuden y/o faciliten a superar las discapacidades que los usuarios enfrentan.

## ANEXOS

### SISTEMAS MODULARES.

Los sistemas modulares endoesqueletales ofrecen un simple y rápido mantenimiento, permitiendo un ajuste fácil en el momento de la alineación. Este sistema permite también intercambiar la cuenca sin desechar el sistema. La cubierta de espuma flexible provee una apariencia cosmética que puede ser removida para ajustes cuando sean necesarios. La facilidad de poder ajustar estos dispositivos es particularmente beneficiosa en niños durante el proceso de crecimiento. El concepto de sistema modular ha llegado a estandarizar los diseños y dimensiones de los componentes para su rápido ajuste e intercambio.

Ventajas

1. Apariencia cosmética natural fuera de su contorno.
2. Usualmente más ligera que una prótesis de tipo exoesqueletal.
3. Permite el intercambio de un número de módulos intercambiables para cada segmento del sistema.
4. La cubierta cosmética da una sensación más natural al contacto y que puede ser removida para permitir el acceso a la estructura interna.
5. Puede ser ensamblado de manera más fácil y rápida que una prótesis exoesqueletal, pudiendo proveer de una prótesis al usuario en menos tiempo.
6. La alineación estática y dinámica es fácil y puede ser realizada a lo largo de la vida de la prótesis.
7. El tubo, en si mismo constituye una estructura barata.
8. El reemplazar un segmento del módulo puede ser fácil, con una reducción del costo.

#### Desventajas

1. El costo inicial puede ser mucho mayor que una prótesis exoesqueletal.

#### SUSPENSIÓN.

Es la forma de sujetar el muñón a la prótesis. Sirve como sostén para mantener la prótesis unida al muñón durante la marcha.

#### Banda de Neopreno.

##### Ventajas:

1. Menos restricción de la circulación que con un cinturón Müller.
2. Provee un mejor control de la flexión y extensión.
3. Bastante cosmético.
4. Disminuye la unidad de presión por tener mayor área de adhesión.
5. Es más ligero.
6. Se ajusta a la dimensión del muslo.
7. Vuelve más fácil poner y quitar la prótesis.

Desventaja:

1. Dificultad en conseguir una buena suspensión en usuarios con un muñón extremadamente voluminoso.
2. Excesiva transpiración, especialmente en climas cálidos.
3. Requiere estabilidad en la articulación de la rodilla.

#### POSICIONAMIENTO.

Uno de los mayores objetivos del programa temprano post-operatorio es prevenir complicaciones secundarias como son las contracturas de las articulaciones adyacentes. Estas contracturas pueden desarrollarse como el resultado del imbalance muscular o por el erróneo posicionamiento mientras se encuentra el usuario sentado o en reposo.

Los amputados transtibiales necesitan un alto grado de movimiento en las articulaciones de cadera y rodilla, particularmente durante la extensión. Si el usuario utiliza una silla de ruedas, esta debe de estar provista de una tablilla posterior para mantener la rodilla en extensión. La elevación del miembro residual sobre una almohada puede promover el desarrollo de contracturas en flexión.

El usuario debe entender la importancia que significa mantener una posición correcta para obtener futuros beneficios para la eventual protetización y ambulación.

#### EJERCICIOS.

Los ejercicios moderados de rango de movimiento son indicados para las articulaciones proximales inmediatas a la incisión. Si la vestimenta post-operatoria limita su movilidad, pueden iniciarse las contracciones isométricas. Ejercicios isométricos en la musculatura de él Cuádriceps y Glúteo pueden ser enseñados previamente a la cirugía e iniciados de manera temprana después de la amputación.

Actividades y ejercicios de resistencia para la coordinación del tronco, extremidades superiores y extremidades inferiores pueden ser iniciados inmediatamente después de la cirugía.

Tanto la vestimenta post-operatoria, el grado de dolor y la condición de la incisión determinan cuándo deben de ser iniciados los ejercicios de resistencia. Los extensores y abductores de cadera como los extensores y flexores de rodilla son particularmente importantes para la ambulación protésica.

Algunos individuos podrían presentar contracturas en flexión de cadera o rodilla. Contracturas leves pueden ser resueltas mediante desplazamientos manuales y ejercicios activos. Las contracturas moderadas o graves son casi imposibles de reducir mediante estiramientos manuales, especialmente las contracturas de flexión de cadera. Estas son partidarias a ser sometidas a estiramiento mediante un sistema de pesas.

Las técnicas de estiramiento activo son más efectivas que las de estiramiento pasivo; los movimientos de resistencia y la contracción por sujeción de los músculos antagonistas pueden incrementar el grado de movilidad, particularmente en la rodilla.

#### FACTORES PARA EL TRATAMIENTO DEL PFFD.

Los dos factores esenciales que se considerarán en la determinación de cualquier plan del tratamiento para PFFD son:

##### 1. Longitud femoral predicha en la madurez:

El porcentaje de la inhibición del crecimiento es utilizado como constante en casos unilaterales.

Cálculo:

a. El porcentaje de la inhibición del crecimiento es calculado por la diferencia entre las longitudes normales y anormales, divididas por la longitud normal y multiplicadas por 100.

b. La longitud de segmento normal anticipada del miembro es determinada usando un escanograma, y trazando la longitud del miembro en el gráfico de Green-Anderson según edad esquelética.

c. La longitud normal anticipada del miembro es multiplicada por el porcentaje de la inhibición del crecimiento, y la longitud del segmento implicado del miembro en la madurez esquelética puede ser determinada.

## 2. Estabilidad pélvica-femoral:

De acuerdo con longitud femoral predicha en la madurez y la estabilidad pélvico-femoral, Koman dividió a pacientes con PFFD unilateral en dos clases:

Clase (I): Los pacientes tienen una la longitud femoral predicha mayor de 60%, evidencia de la estabilidad pélvico-femoral, menos de 17 centímetros de acortamiento proyectado de la extremidad, y la presencia de un pie estable.

Clase (II): Pacientes que tienen menos de 60% de la longitud femoral predicha o un acortamiento predicho de la extremidad mayor de 17 centímetros.

DEFORMIDADES CONGENITAS DEL PERONÉ.

HEMIMELIA POSTAXIAL DE LA PIERNA.

Las anomalías congénitas del peroné son probablemente las más frecuentes entre las que ocurren a nivel de los huesos largos. Usualmente van asociadas a otras malformaciones en el fémur, tobillo y pie.

Coventry y Johson las clasifican en tres grupos:

- Tipo 1

Ausencia unilateral y parcial del peroné, sin angulación de la tibia. Hemimelia Postaxial Intercalaría del peroné. Tiene un buen pronóstico.

- Tipo 2

Ausencia parcial o completa del peroné con angulación de la tibia y trastornos en los radios externos del pie. Hemimelia Paraxial Terminal del peroné. Tiene un mal pronóstico ya que da lugar a un acortamiento proyectado en el adulto de 12 a 15 cms.

- Tipo 3

Ausencia bilateral del peroné, parcial o total, asociado a otras anomalías congénitas: deformidad proximal del fémur, de la tibia y del pie. Su pronóstico es reservado.

Las deformaciones congénitas del peroné se hacen presentes al nacimiento por la deformidad de la pierna, que es más corta y ocasionalmente incurvada, y por las anomalías del pie que frecuentemente las acompañan con deformidades en valgo y ausencia de los radios externos del pie.

El tratamiento está relacionado con el tipo de lesión, grado de acortamiento, deformidades asociadas de pierna y pie así como de la disfunción del tobillo.

En los casos discretos, en que sólo hay un ligero acortamiento y deformidad en valgo de talón, el tratamiento es causal: compensación de la discrepancia mediante calzado ortopédico u ortesis, y eventual corrección quirúrgica de la deformidad de la tibia.

En los casos graves, en los cuales se proyecta un acortamiento de 12 a 15 cms., usualmente requieren una desarticulación temprana del pie, tipo Syme, antes de que el niño empiece su escolaridad, seguida de la aplicación de una prótesis.

Rara vez se indica una reamputación de una deficiencia congénita, aunque puede estar indicada en una deficiencia focal del fémur o en ausencia de tibia y/o peroné, para producir un miembro residual más funcional y mejorar una adaptación protésica.

**DESGARRO DE LOS LIGAMENTOS CRUZADOS.**

Los ligamentos cruzados pueden desgarrarse en asociación con desgarros de los ligamentos medial o lateral, pero son posibles también los desgarros aislados del cruzado. Así, cuando la tibia es impulsada hacia delante sobre el fémur (o el fémur hacia atrás sobre la tibia) o cuando se coloca bruscamente la articulación de la rodilla en hiperextensión, el ligamento cruzado anterior puede desgarrarse. La exploración revela que la rodilla flexionada es inestable cuando se atrae la tibia hacia delante, es el “signo del cajón anterior”.

Otro signo de insuficiencia del ligamento cruzado anterior es el fenómeno del “desplazamiento lateral del pivote”, descrito por Galway y MacIntosh. Cuando el paciente esta completamente relajado, con la rodilla extendida y la tibia en rotación interna, la meseta tibial lateral se subluxa en sentido anterior, con relación al cóndilo femoral lateral. Si se aplica entonces una tensión valgo a la rodilla y se flexiona en forma pasiva la articulación, se reduce espectacularmente la subluxación.

Si se invierte el mecanismo de la lesión puede producirse un desgarro del ligamento posterior y en este caso la exploración revelara que la rodilla flexionada es inestable cuando se empuja la tibia hacia atrás, es el “signo del cajón posterior”.

#### Tratamiento

La reparación quirúrgica es difícil y la forma de tratamiento más razonable consiste en la inmovilización con un vendaje cilíndrico de yeso, con la rodilla ligeramente flexionada y la tibia rechazada hacia atrás (para reducir el desgarro del ligamento cruzado anterior) o atraída hacia delante (para reducir el desgarro de ligamento posterior). Se le permite al usuario que camine con el vendaje y que realice ejercicios para fortalecer el Cuádriceps, no sólo durante el período de inmovilización sino también después, dado que el Cuádriceps estabiliza la rodilla.

#### AYUDAS PARA LA MARCHA

Son dispositivos ortopédicos que buscan un apoyo suplementario del cuerpo al suelo durante la deambulaci3n.

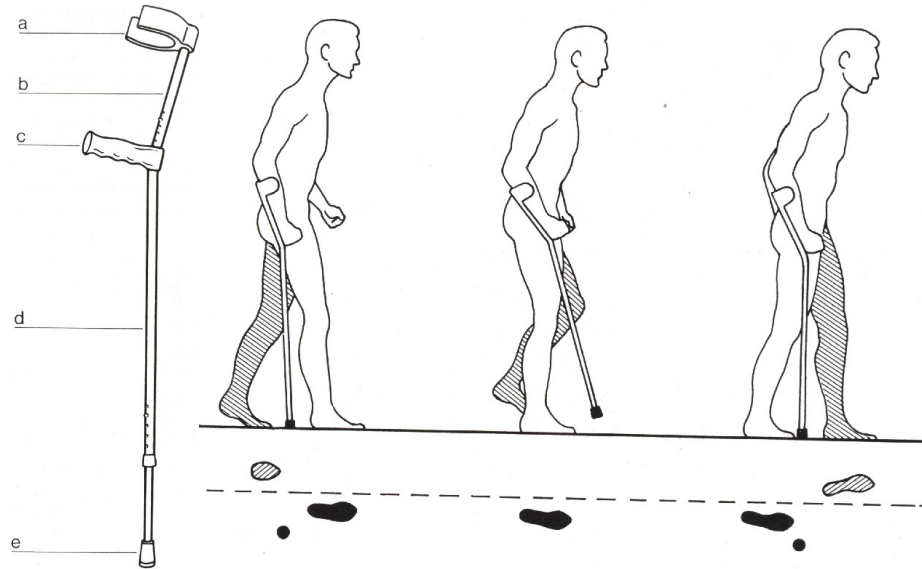
Indicaciones:

- Mejorar el equilibrio.
- Ayuda al desplazamiento del cuerpo hacia delante al facilitar el impulso de uno o ambos miembros inferiores.
- Conseguir una marcha con menor gasto energético.
- Cooperar a la realización de una deambulación correcta.

Bastones Ingleses.

Consta de 5 partes:

- a) Abrazadera del antebrazo: se sitúa sobre la región posterior proximal del antebrazo, a 5 centímetros por debajo de codo. Puede ser rígida o semi-rígida.
- b) Segmento del Antebrazo: se encuentra inclinado  $30^{\circ}$ .
- c) Empuñadura: permite la una prensión eficaz y correcta. Puede tener depresiones para facilitar la prensión. Cuando existe déficit en la mano a la empuñadura se le puede colocar un tope anterior
- d) Caña: metálica y de altura regulable, con botón con muelle. Su longitud se determina por la distancia entre el trocánter mayor y el suelo.
- e) Contera: son de caucho, de forma cóncava y ancha.

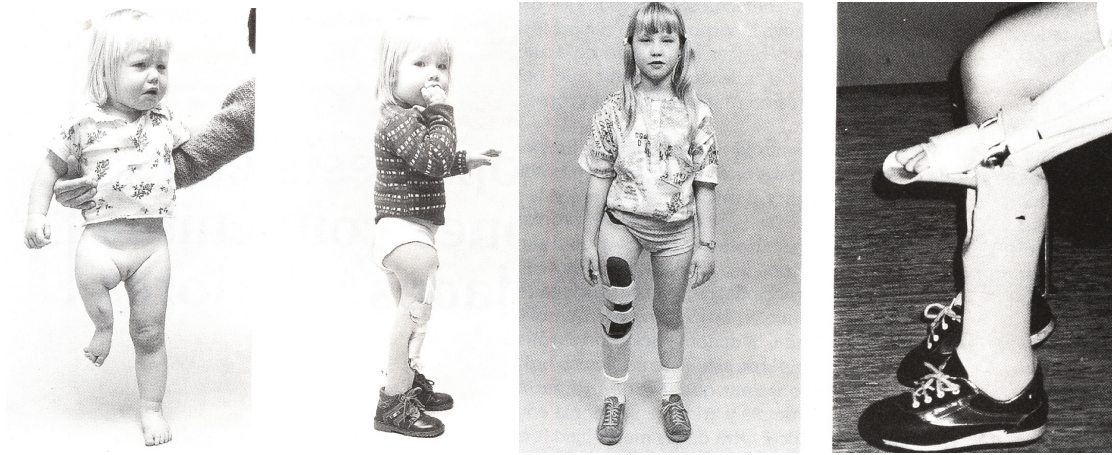


Para la reducción de la carga en una extremidad, se deberá de colocar el bastón en el lado contralateral de la extremidad a descargar. Se iniciará la marcha con la pierna afecta y el bastón para repartir la carga entre ambos. La extremidad sana soportará todo el esfuerzo para avanzar después del bastón y la pierna afecta.

TABLA DE VALORES MUSCULARES.

Graduaciones Musculares	
	Descripción

0 Nula	No hay pruebas de contractilidad
1 Indicios	Pruebas de contractilidad ligera, No hay movimiento articular.
2 Pobre	Arcos de movilidad completa con eliminación de la gravedad.
3 Aceptable	Arcos de movilidad completa contra la gravedad.
4 Buena	Arcos de movilidad completa contra la gravedad con cierta resistencia.
5 Normal	Arcos de movilidad completa contra la gravedad con resistencia completa



Diferentes adaptaciones ortoprotésicas de usuaria con PFFD a lo largo de su desarrollo.



Rotación de Van Ness



Herramientas utilizadas en la toma de medidas para la elaboración del molde negativo. Momento en que son marcadas las zonas sensibles a carga.



Colocación tanto de lengüetas sobre las áreas sensibles a la carga como de plástico adhesivo sobre el muñón.



Inicio del vendaje del muñón. Instante en el que masajeamos el muñón para obtener la forma triangular de la cuenca.



Momento en que se marca la presión del tendón rotuliano. Retiro del molde negativo para cortarlo según el diseño de la prótesis tipo PTB.



Verificación de las marcas y colocación del molde negativo para obtener la liberación de los tendones.



Liberación de los tendones y verificación del molde negativo.



Momento en que se sitúa al usuario en el sistema de alineación estacionario para marcar las líneas de proyección longitudinales.



Instante en que el polipropileno es sacado del horno para la termo-conformación del mismo.



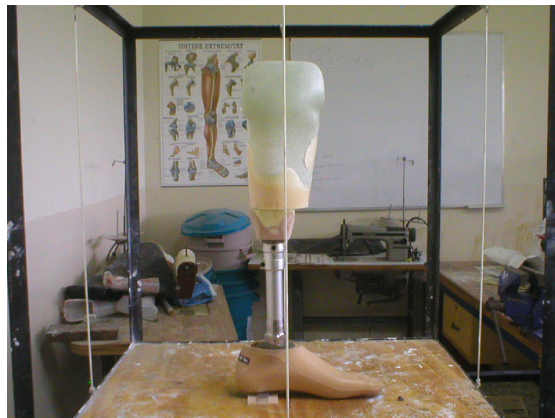
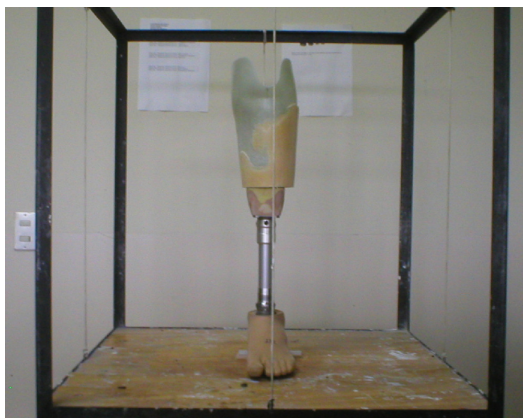
Termo-conformación de la cuenca de prueba.



Se cortan los excesos del material y se asegura la costura.



Laminación del positivo para la obtención de la cuenca en resina.



Alineación estática. Vistas Anterior y Sagital.



Prótesis tipo PTB



Ortoprótesis

## BIBLIOGRAFIA

Trastornos y Lesiones del Sistema Musculosqueletico, Robert Bruce Salter, 2ª Edición, SALVAT Editores S.A , Barcelona, España, 1992.

Ortesis y Prótesis del Aparato Locomotor 2.1, Extremidad Inferior, Anatomía. Biomecánica. Enfermedades Congénitas y Adquiridas. Patología del Pie. R. Viladot, O. Cohi, S. Clavell, 4ª Edición, MASSON S.A., Barcelona, España, 1999.

Ortesis y Prótesis del Aparato Locomotor 2.2, Extremidad Inferior, Parálisis. Fracturas. Lesiones Ligamentosas de Rodilla y Tobillo. Amputaciones y Protetización. R. Viladot, O. Cohi, S. Clavell, 4ª Edición, MASSON S.A., Barcelona, España, 1999.

Lower Limb Amputations, A Guide to Rehabilitation, Gloria T. Sanders, F.A. Davis Company, United States of America, 1996

Tratado de Ortopedia y Fracturas 1, Valentín Malagon Castro, Diego Soto Jiménez, Editorial CELSUS, Santa Fe de Bogota, Colombia 1994.

Biomecánica, Carrera de Técnico en Ortesis y Prótesis, Primera Edición, Universidad Don Bosco, San Salvador, El Salvador, 1999,

<http://www.nls.net/mp/pffdvsq/req-pffdguide.htm#Treatment>

[http://gait.aidi.udel.edu/res695/homepage/pd\\_ortho/educate/clincase/pffd.htm](http://gait.aidi.udel.edu/res695/homepage/pd_ortho/educate/clincase/pffd.htm)

<http://www-pub.naz.edu:9000/~jakneiss/Incidence.html>

## GLOSARIO

Aplasia: Desarrollo incompleto de un tejido u órgano

Contractura: Endurecimiento patológico de una articulación.

Coxa: Cadera

Displasia: Alteración precancerosa, en diferentes grados de gravedad, que puede regresar o evolucionar. También se utiliza éste término para describir una malformación congénita.

Fractura: Pérdida de la continuidad en la estructura ósea

Genu: Rodilla

Hallux valgus: Aducción del dedo gordo del pie.

Hemimelia: Ausencia de la porción mayor del miembro.

Hipertrófica (cicatriz -): Aumento del tamaño de una célula que dan lugar a un incremento de tamaño del órgano del que forman parte.

Hipoplasia: Falta de desarrollo completo de un órgano.

Hernia Diafragmática: Es un orificio anormal en el diafragma que permite la migración de una porción de los órganos abdominales a la cavidad torácica y que se presenta antes del nacimiento.

Intercalaría: Déficit interno segmentario con formación distal variable

ISRI: Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos.

ISSS: Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Luxación: Dislocación de la articulación.

Maleolos: Protuberancias de la tibia y el peroné a nivel del tobillo.

Métastasis: Foco canceroso aparecido a distancia del tumor original.

Ortesis: Mecanismos auxiliares técnico ortopédicos para sustituir funciones.

Pilón: Prótesis provisional formada por una cuenca de escayola y un tubo de caucho.

Postaxial: Lado peroneal del miembro.

Preaxial: Lado radial o tibial del miembro

Prótesis: Mecanismos auxiliares técnico ortopédicos para sustituir las extremidades amputadas.

Pseudo artrosis: Falsa articulación.

Queloides: cicatriz hipertrofica

Terminal: Déficit terminal completo

Tracción: Acción de estirar.

Varo: Deformado en O

Valgus: Deformado en X