

# UNIVERSIDAD DON BOSCO.

**RECTOR**

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA.

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA.

**DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS.**

ING. VICTOR ARNOLDO CORNEJO.



CPO. MARIO GUEVARA.

**ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION.**

CPO. MONICA CASTANEDA.

CPO. MELVIN AREVALO.

**JURADO EXAMINADOR**

Indice.	
Introducción.	1
Agradecimientos.	2
Capítulo I, justificación, objetivo general, objetivos específicos, alcances y limitaciones.	5
1.1 Justificación.	5
1.2 Objetivo general.	5
1.3 Objetivos específicos.	5
1.4 Alcances.	5
1.5 Limitación.	6
Presentación de caso # 1, ortesis tipo KAFO.	7
Capítulo II, historia clínica, examen físico, plan terapéutico.	8
2 Historia clínica.	9
2.1 Datos generales.	9
2.1.2 Consulta por.	9
2.1.3 Anamnesis.	9
2.1.4 Antecedentes personales.	11
2.1.5 Antecedentes familiares.	11
2.2 Examen físico.	11
2.2.1 Inspección.	11
2.2.2 Palpación.	12
2.2.3 Examen muscular.	12
2.2.4 Examen articular.	12
2.2.5 Pruebas especiales.	13
2.2.6 Análisis radiográfico.	13
2.3 Diagnóstico.	14
2.4 Plan terapéutico.	14
Capítulo III, marco teórico.	15
3 Anemia hemolítica.	16
3.1 Causas.	16
3.2 Anemia de células falciformes.	17

3.2.1 Nombres alternativos.	17
3.2.2 Definición.	17
3.2.3 Causas, incidencia y factores de riesgo.	17
3.2.4 Tipos de crisis.	18
3.2.5 Síntomas.	18
3.2.6 Signos y exámenes.	19
3.2.7 Tratamiento.	20
3.2.8 Expectativas (pronóstico).	21
3.2.9 Complicaciones.	22
3.2.10 Situaciones que requieren asistencia médica.	22
3.2.11 Prevención.	22
3.2.12 Imágenes.	24
3.2 Necrosis avascular del hueso.	24
3.3.1 Clasificación etiológica de la necrosis avascular del hueso subcondral.	25
3.4 Proceso de evolución de la necrosis avascular de la cabeza femoral.	26
3.5 Fases de evolución.	26
3.5.1 Fase precoz de la necrosis (fase de avascularidad).	27
3.5.2 Fase de revascularización con depósito y resorción de hueso.	27
3.5.3 Fase de curación ósea.	28
3.5.4 Fase de deformidad residual.	28
3.6 Descripción de la ortesis.	30
3.6.1 Definición de ortesis.	30
3.6.2 Reseña histórica.	30
3.6.3 Nomenclatura utilizada.	30
3.6.4 Funciones de las ortesis y mecanismos de acción.	32
3.7 Ortesis de la extremidad inferior.	32
3.8 Ortesis para deficiencias esqueléticas y articulares (ortesis de descarga).	33
3.9 Ortesis de descarga con apoyo isquiático.	34
3.10 Principios biomecánicos.	36

3.10.1	Objetivos de un buen diseño y una buena adaptación.	37
3.11	Anatomía de la articulación bajo los criterios de la ortésica.	37
3.11.1	La articulación de la rodilla.	37
3.12	La articulación del tobillo.	38
3.13	Diseño ortésico en los distintos planos.	38
3.14	La articulación de la rodilla en el plano frontal y sagital.	39
3.15	Resultados de la colocación errónea de articulaciones ortésicas de rodilla.	40
3.16	Articulación de tobillo en los planos frontal y sagital.	40
3.17	Alteraciones de la marcha producidas por la utilización de ortesis.	42
3.18	Alteraciones en el plano frontal.	43
3.18.1	Abducción de cadera.	43
3.18.2	Inclinación lateral del tronco.	43
3.18.3	Circunducción.	43
3.18.4	Elevación pélvica.	43
3.18.5	Elevación sobre el antepié.	44
3.19	Alteraciones de la cadera en el plano transversal y alteraciones combinadas en el pie.	44
	Capítulo IV, proceso de elaboración de la ortesis tipo KAFO.	45
4	Elaboración del molde negativo con venda de yeso.	46
4.1	Recepción del usuario.	46
4.1.1	Materiales utilizados.	47
4.1.2	Preparación de la extremidad para el enyesado.	47
4.1.3	Toma del molde negativo.	48
4.1.4	Recorte del molde.	49
4.2	Elaboración del molde positivo de yeso.	49
4.2.1	Preparación del negativo.	49
4.2.2	Vaciado del yeso en el molde negativo.	50
4.2.3	Proceso de modelaje del pie.	51
4.3	Construcción de las líneas de plomada.	51
4.4	Termoconformado.	52

4.4.1 Preparación del yeso para el proceso de termoconformado.	52
4.5 Posición y ajuste de las barras.	53
4.6 Cortes del polipropileno.	53
4.7 Montaje de la ortesis.	54
4.8 Prueba de la ortesis.	54
4.9 Entrega de la ortesis.	54
Capítulo V, recomendaciones generales al usuario.	56
5 Mantenimiento.	57
5.1 Efectos secundarios.	57
5.1.1 Trastornos cutáneos.	57
5.2 Guía de las instrucciones de uso.	58
5.2.1 Las condiciones de mantenimiento de la ortesis.	58
Presentación de caso # 2, prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral.	59
Capítulo VI, historia clínica, examen físico, plan terapéutico.	60
6 Historia clínica.	61
6.1 Datos generales.	61
6.1.1 Consulta por: elaboración de prótesis transfemoral.	61
6.1.2 Anamnesis.	61
6.1.3 Antecedentes personales.	63
6.2 Examen físico.	63
6.2.1 Inspección.	63
6.2.2 Inspección del muñón.	63
6.2.3 Palpación.	64
6.2.4 Evaluación muscular.	64
6.2.5 Evaluación articular.	64
6.2.6 Pruebas especiales.	64
6.3 Plan terapéutico.	65
Capítulo VII, marco teórico.	66
7 Definición de amputación.	67

7.1 Causas de amputación.	68
7.1.1 Por deformidades.	68
7.1.2 Por Enfermedad.	68
7.1.3 Traumáticas.	69
7.2 Consideraciones generales de una amputación traumática.	69
7.2.1 Exámen de la herida.	70
7.2.2 Desbridamiento.	71
7.2.3 Músculo.	71
7.2.4 Infección por clostridios.	72
7.3 Descripción de la prótesis.	72
7.3.1 Introducción.	72
7.3.2 Nivel de amputación.	
7.3.3 Clasificación de amputaciones.	74
7.3.4 Tratamiento.	75
7.3.5 Objetivos del tratamiento protésico.	75
7.3.6 Biomecánica del alojamiento del muñón.	75
7.3.7 Condiciones a la que están sujetas las prótesis.	76
7.3.8 Principios biomecánicos de las prótesis para amputaciones transfemorales.	77
7.4 Aportaciones en torno a la protésica transfemoral.	78
7.4.1 Cuenca de las prótesis transfemorales.	78
7.4.2 Moldeado de la cuenca cuadrilateral en las prótesis transfemorales.	83
7.4.3 Tareas de la cuenca de la prótesis.	84
7.4.4 Mecanismos de adhesión.	85
7.4.5 Áreas de acomodamiento del muñón.	89
7.4.6 Justificación de la forma de anillo de la base ovo-transversal.	90
7.4.7 Sistemas de acondicionamiento del muñón.	91
7.4.8 Ventajas del contacto del extremo distal del muñón.	92
7.4.9 Las válvulas y su ubicación.	93
7.5 Articulaciones protésicas de rodilla.	93

7.6 Articulaciones de rodilla policéntricas.	94
7.7 Pies protésicos.	95
7.7.1 Pies flexibles sin articulación.	95
7.8 Alineación de las prótesis transfemorales.	96
7.8.1 La construcción estática.	97
7.8.2 Prueba de marcha y ajuste dinámico.	100
Capítulo VIII, proceso de elaboración de la prótesis transfemoral.	101
8 Materiales.	102
8.1 Herramientas.	102
8.2 Maquinaria y equipo.	103
8.3 Componentes protésicos.	103
8.3.1 Recepción del usuario y toma de medida del muñon.	104
8.4 Toma de molde.	105
8.5 Vaciado del negativo.	106
8.6 Rectificación del positivo.	106
8.7 Elaboración de la cuenca de prueba.	107
8.8 Laminación.	107
8.9 Acabado de la prótesis.	108
Capítulo IX, recomendaciones generales al usuario.	110
9 Mantenimiento.	111
9.1 Efectos secundarios.	112
9.1.1 Problemas cutáneos.	112
9.1.2 Problemas derivados de una mala o incorrecta adaptación.	112
9.2 Guía de instrucciones de uso.	114
Capítulo X, costos de elaboración.	116
10. Análisis de costos.	117
10.1 Costos de elaboración de la ortesis tipo KAFO	116
13.2 Costos de elaboración de la prótesis transfemoral	120
Glosario.	124
Bibliografía.	127
Conclusión.	128

## Introducción.

Podríamos afirmar que cada modo de organización social, en cada época histórica con su “modus vivendi” y su nivel tecnológico, repercute interactivamente en el proceso salud – enfermedad – asistencia sanitaria. Es decir, cada tipo de organización social produce su propia patología y conlleva al desarrollo de su propia tecnología de asistencia salubre. Por otro lado, también se puede señalar que es una constante de la humanidad el hecho de aportar soluciones ante las nuevas dificultades planteadas. En general este parece ser el algoritmo de funcionamiento del proceso de innovación científica, técnica y del progreso del conocimiento humano. Del mismo modo, estas parecen haber sido las razones de la evolución de la protésica y de la ortésica, o al menos son las que explican su proceso.

El presente escrito describirá la elaboración de una ortesis de descarga para la extremidad inferior izquierda y de una prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral para la extremidad inferior derecha.

Emplearé a fondo todos los conocimientos aprendidos durante mis años de carrera universitaria, para así poder brindarle a los usuarios los más aptos componentes ortoprotésicos, con el fin de que tengan un óptimo desarrollo en las actividades de la vida diaria.

## Agradecimientos.

A mi esposa Vanessa.

Sin ella no hubiera sido posible llegar hasta donde he llegado, lo que he hecho hasta el momento lo hice pensando en el bienestar de nosotros como familia, y en el gran amor que te tengo.

A mi madre.

Pocas personas tenemos la gran oportunidad de conocer en persona a nuestro ángel de la guarda.

A mi padre.

Fuiste la gran inspiración para poner todo mi empeño en esta carrera, sos el gran paral de nuestra familia y un digno ejemplo a seguir.

A mis abuelos y tío Polo

Les dedico mi carrera como manera de compensar el no poder darles el adios definitivo.

A mis compañeros.

Sin la ayuda de todos ustedes muchas cosas serían complicadas, gracias por brindarme su amistad en todo el sentido de la palabra.

A Heinz Trebbin.

Gracias por la ayuda brindada no solo a mi si no a todos los estudiantes.

A Osvaldo.

Mi gran amigo por que siempre estuviste pendiente de nosotros, es difícil mantener amistades a la distancia.

A Simón, Luis Ángel y Erick.

Los mejores amigos que he encontrado en mi vida.

A los usuarios.

Pieza base para lograr completar las metas, sin ustedes no hubiera sido posible este trabajo.

A Dios.

Gracias Dios por haberme salvado la vida y por darme tanta fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades.

## Capítulo I.

Justificación.

Objetivo general.

Objetivos específicos.

Alcances y limitaciones.

## 1.1 Justificación.

En el presente documento se desarrollará toda la teoría aprendida en la carrera universitaria, la cual será puesta en práctica para brindarle dispositivos ortopédicos a dos usuarios, los cuales presentan diferentes patologías.

## 1.2 Objetivo general.

Documentar los procesos de elaboración de una prótesis transfemoral con el sistema de cuenca cuadrilateral y de una ortesis tipo KAFO, aplicando los procesos teórico-prácticos correctamente para cada uno de ellos.

## 1.3 Objetivos específicos.

- Poner en práctica todos los conocimientos teóricos desarrollados durante los años de estudios universitarios.
- Cumplir a cabalidad con todos los procesos requeridos por este trabajo.
- Satisfacer las necesidades de los usuarios de la mejor manera.

## 1.4 Alcances.

- Establecer una buena relación profesional entre técnico y usuarios.
- Lograr la completa satisfacción de los usuarios con los dispositivos ortoprotésicos brindados.
- Restablecer la imagen corporal.
- Brindar el tratamiento conservador óptimo en el caso ortésico.

- Reinserción de los usuarios a sus actividades de la vida diaria.

#### 1.5 Limitación.

- Compra de materiales extra a los planeados antes del inicio del proceso de elaboración de los aparatos ortopédicos, lo cual afecta tanto el tiempo de trabajo como el factor económico, ya que se hicieron gastos extras a los presupuestados.

**Presentación de caso # 1.**

**Ortesis tipo KAFO.**

## Capítulo II

Historia clínica.

Examen físico.

Plan terapéutico.

## 2 Historia clínica.

### 2.1 Datos generales.

Nombre: Miguel Daniel Melgar Barahona.

Escolaridad: actualmente cursa segundo año de educación media.

Género: masculino.

Fecha de nacimiento: 27 de octubre de 1987.

Edad: 18 años.

Estado civil: soltero.

Ocupación: estudiante.

Nacionalidad: salvadoreño.

Domicilio: calle Xochimilco, 5 m entrada principal al reparto Guadalupe, Soyapango, El Salvador.

Número de expediente: U.D.B 1536 – 2005.

Fuente de contacto: Dr. Héctor Chicas Sibrián, Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom.

Presente enfermedad: necrosis avascular de la cabeza femoral izquierda por anemia hemolítica.

2.1.2 Consulta por: elaboración de ortesis tipo KAFO con descarga isquiática completa.

#### 2.1.3 Anamnesis.

Usuario con diagnóstico de anemia hemolítica causada por formación de células falciformes, el inicio de las manifestaciones se presentó cuando el usuario tenía seis meses de edad, debido a la incontinencia de alimentos líquidos (reflujo), por lo que sus padres consultaron con su pediatra familiar el cual mediante métodos clínicos encontró órganos abdominales (bazo e hígado) en estado de inflamación, inmediatamente fue referido al hospital Casa de salud en el municipio de Santa Tecla

donde le practicaron exámenes de laboratorio en los cuales se determinó que el nivel de hemoglobina se encontraba bajo, durante las dos semanas posteriores al hallazgo le realizaron transfusiones sanguíneas sin que estas arrojaran resultados positivos. Sin aparente explicación médica una hora más tarde de la última transfusión los niveles de hemoglobina subieron.

Después de permanecer en observación durante 3 días fue referido al médico hematólogo, durante los siguientes seis meses fué sometido a múltiples exámenes, dos de los cuales fueron enviados a un hospital especializado en Estados Unidos, dichos exámenes confirmaron las sospechas y se diagnosticó la formación de células falciformes.

A los cuatro años de edad “se puso amarillo” según manifiesta su madre, inmediatamente fué trasladado al hospital Benjamín Bloom, donde lo atendió el médico especializado en hematología, fué ingresado en el centro médico en el cual se le practicó cirugía para extirpar la vesícula, posteriormente le realizaron transfusiones sanguíneas nuevamente. La madre manifiesta que “se enteró de lo que su hijo tenía hasta ese momento” ya que anteriormente nadie le explicaba exactamente el significado de la patología.

El usuario ha experimentado crisis vasooclusivas durante todo el periodo de padecimiento de la patología, estas constan de fuertes artralgias generalizadas. A los catorce años de edad sufrió una crisis que según análisis médicos es poco frecuente en su padecimiento, presentó un cuadro de parestesia y cefalea, fue ingresado al Hospital Benjamín Bloom, permaneció en observación por varios días para descartar sospechas de un evento apopléjico.

Durante los siguientes tres años no tuvo ninguna otra crisis ya que estaba bajo tratamiento farmacológico prescrito por el médico el cual constaba de dosis diarias de “Hidrea” medicamento para mantener los niveles de hemoglobina en 11.6 el cual es normal para pacientes con anemia hemolítica.

En diciembre del año 2004 fué ingresado al Hospital Benjamín Bloom ya que presentaba un cuadro de dolor articular focalizado a nivel de la rodilla, mediante exámenes se determinó que el síntoma era causado por la presencia de bacterias en mencionada articulación el cual fue tratado con antibióticos y analgésicos.

En el mes de agosto de 2005, presentó un cuadro de coxalgia izquierda, lo trataron con analgésicos pero el dolor permanecía, le practicaron exámenes radiográficos, fué referido a la sección de ortopedia del hospital Bloom y posteriormente a fisioterapia del mismo centro hospitalario, donde se diagnosticó la necrosis avascular de la cabeza femoral izquierda, inmediatamente lo refirieron al departamento de ortesis y prótesis de la Universidad Don Bosco con la prescripción de la ortesis, lugar en el cual actualmente se elabora.

#### 2.1.4 Antecedentes personales:

Múltiples crisis vasooclusivas, sospechas de leucemia en la infancia, cirugía de extirpación de vesícula, artralgias.

#### 2.1.5 Antecedentes familiares:

Un miembro de su familia (hermano) padece la misma patología.

### 2.2 Examen físico.

#### 2.2.1 Inspección:

Rasgos faciales: normales.

Sensorio: sujeto orientado en tiempo y espacio.

Postura: normal.

Simetría: conservada.

Trofismo: se observa disimetría en medidas circunferenciales en el miembro afecto a nivel femoral, tomando como punto de referencia la línea interarticular de la rodilla desde la cual se marcan puntos específicos para la medida cada 15 cms.

Equilibrio: sentado y de pie conservado.

### 2.2.2 Palpación.

Tono: conservado.

Temperatura: normal.

### 2.2.3 Examen muscular.

Según escala de Cooper, todos los movimientos de las extremidades inferiores, conservan fuerza muscular en grado cinco excepto la abducción de cadera izquierda que se encuentra en grado cuatro.

### 2.2.4 Examen articular.

Rangos de movimiento normales en todas las articulaciones de la extremidad inferior.

### 2.2.5 Pruebas especiales.

Prueba.	Miembro inferior Izquierdo	Miembro inferior Derecho
Prueba de Thomas (contractura de cadera en flexión).	Negativa	Negativa
Desviación lateralizada de la columna (Bending test)	Negativa	Negativa
Ligamento colateral medial (tensión valga).	Estable	Estable
Ligamento colateral externo (tensión vara).	Estable	Estable
Ligamento cruzado anterior.	Estable	Estable
Ligamento cruzado posterior.	Estable	Estable
Signo de Galeazzi.	Negativo.	Negativo.

### 2.2.6 Análisis radiográfico.



Cabeza femoral izquierda presenta necrosis avascular por anemia hemolítica.

### 2.3 Diagnóstico.

Necrosis avascular de la cabeza femoral izquierda causada por anemia hemolítica.

### 2.4 Plan terapéutico.

Ortesis larga (KAFO), en polipropileno con asiento isquiático para descarga total de peso corporal, barras laterales con articulación de rodilla libre, tobillo boqueado en posición neutro, sujeciones proximal y distal a nivel del muslo y en el área del tendón patelar, alza compensatoria de un centímetro en el zapato contralateral.

## Capítulo III.

### Marco teórico.

Necrosis avascular de la cabeza femoral por anemia hemolítica.

### 3 Anemia hemolítica.

#### Definición.

Es una condición que se caracteriza por la presencia de un número inadecuado de glóbulos rojos sanguíneos (anemia) y es ocasionada por la destrucción prematura de los mismos. Existen muchos tipos específicos de esta enfermedad, los cuales se mencionan de manera individual.

#### 3.1 Causas.

La anemia hemolítica se presenta cuando la médula ósea es incapaz de compensar la destrucción prematura de los glóbulos rojos por medio del aumento en su producción. Cuando la médula logra hacer esta compensación, no se desarrolla anemia.

Existen varios tipos de anemia hemolítica que se clasifican según el sitio en que se ubica el defecto, el cual puede estar dentro del glóbulo rojo sanguíneo (factor intrínseco) o fuera de éste (factor extrínseco).

Algunas de las causas de la anemia hemolítica son: infecciones, ciertos medicamentos, trastornos autoinmunes y trastornos hereditarios. Este tipo de anemia se puede clasificar en:

- Anemia de células falciformes.
- Hemoglobinuria nocturna paroxística.
- Enfermedad de la hemoglobina SC.
- Anemia hemolítica por deficiencia de G-6-PD.
- Eliptocitosis hereditaria.
- Esferocitosis hereditaria.

- Ovalocitosis hereditaria.
- Anemia hemolítica autoinmune idiopática.
- Anemia hemolítica no inmune causada por agentes químicos o físicos.
- Anemia hemolítica inmune secundaria.
- Talasemia.

### 3.2 Anemia de células falciformes.

#### 3.2.1 Nombres alternativos.

Anemia causada por drepanocitos; enfermedad de la hemoglobina SS (Hb SS); enfermedad de células falciformes.

#### 3.2.2 Definición.

Es una enfermedad hereditaria en la cual los glóbulos rojos, que normalmente presentan una forma de disco, se vuelven de forma semilunar. Como resultado, funcionan anormalmente y causan pequeños coágulos de sangre que dan origen a episodios dolorosos recurrentes llamados “crisis drepanocítica”.

#### 3.2.3 Causas, incidencia y factores de riesgo.

La anemia por células falciformes es causada por un tipo anormal de hemoglobina (proteína dentro de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno) llamada hemoglobina S. Sin embargo, la hemoglobina S reduce la cantidad de oxígeno dentro de las células, alterando su forma. Los frágiles drepanocitos entregan menos oxígeno a los tejidos corporales y se pueden romper en fragmentos que interrumpen el flujo sanguíneo.

La anemia drepanocítica se hereda como un rasgo autosómico recesivo, lo que significa que se presenta en alguien que haya heredado la hemoglobina S de ambos padres. Este tipo de anemia es mucho más común en ciertos grupos étnicos; afecta aproximadamente a 1 de cada 500 personas de raza negra. Si alguien hereda la hemoglobina S de uno de los padres y hemoglobina normal (A) del otro padre,

adquiere el rasgo drepanocítico, mientras que alguien que herede la hemoglobina S de uno de los padres y otro tipo de hemoglobina del otro padre, tendrá otro tipo de enfermedad drepanocítica, como la talasemia.

Aunque la anemia drepanocítica está presente al nacer, los síntomas generalmente no ocurren hasta después de los 4 años de edad. Esta anemia se puede volver potencialmente mortal. Se pueden presentar “crisis” o episodios dolorosos y agudos causados por vasos sanguíneos bloqueados y órganos dañados.

#### 3.2.4 Tipos de crisis.

Estas crisis dolorosas, que ocurren en casi todos los pacientes en algún momento de sus vidas, pueden durar de horas a días, afectando los huesos de la espalda, los huesos largos y el tórax. Algunos pacientes tienen un episodio con intervalos de unos cuantos años, mientras que otros tienen muchos episodios por año. Estas crisis pueden ser tan graves que requieren admisión en un hospital para el control del dolor y los líquidos intravenosos. Las crisis repetidas pueden ocasionar daños a los riñones, pulmones, huesos, hígado y sistema nervioso central.

#### 3.2.5 Síntomas.

Los síntomas comunes abarcan:

- Palidez.
- Ojos y piel de color amarillo.
- Fatiga.
- Jadeo.
- Frecuencia cardíaca rápida.
- Retraso en el crecimiento y en la pubertad.
- Susceptibilidad a infecciones.
- Úlceras en la parte inferior de las piernas (en adolescentes y adultos).
- Ictericia.
- Dolor de hueso.

- Ataques de dolor abdominal.
- Fiebre.

El paciente también puede presentar:

- Orina sanguinolenta (hematuria).
- Micción frecuente.
- Sed excesiva.
- Erección dolorosa (priapismo; esto ocurre en el 10 al 40% de los hombres con la enfermedad).
- Dolor torácico.
- Visión deficiente/ceguera.

### 3.2.6 Signos y exámenes.

Los exámenes que comúnmente se llevan a cabo para diagnosticar y controlar a los pacientes con anemia drepanocítica abarcan:

- Conteo Sanguíneo Completo (CSC ).
- Electroforesis de hemoglobina.
- Examen de drepanocitos.

Los pacientes con drepanocitos pueden tener resultados anormales en ciertos exámenes, como por ejemplo:

- Frotis periférico que muestra drepanocitos.
- Cilindros urinarios o sangre en la orina.
- Hemoglobina en suero disminuida.
- Bilirrubina elevada.
- Conteo alto de glóbulos blancos.
- Potasio sérico elevado.
- Creatinina sérica elevada.
- La saturación de oxígeno en la sangre puede estar disminuida.

- Una tomografía axial computarizada o una resonancia magnética pueden mostrar accidentes cerebrovasculares en ciertas circunstancias.

### 3.2.7 Tratamiento.

Los pacientes con anemia de células falciformes necesitan tratamiento continuo, incluso si no están experimentando una crisis de dolor. Se requiere un suplemento con ácido fólico, un elemento esencial en la producción de células, debido a la rápida renovación de glóbulos rojos.

El propósito de la terapia es manejar y controlar los síntomas y tratar de limitar la frecuencia de las crisis.

Durante la crisis drepanocítica, es posible que sean necesarias ciertas terapias. El tratamiento del dolor es crucial y dichos episodios dolorosos se tratan con analgésicos e hidratación adecuada. Los medicamentos no narcóticos pueden ser efectivos, pero algunos pacientes requerirán medicamentos narcóticos.

Se ha encontrado que la hidroxiurea (Hydrea) ayuda a algunos pacientes reduciendo la frecuencia de las crisis dolorosas y los episodios del síndrome torácico agudo y disminuyendo igualmente la necesidad de transfusiones sanguíneas. Ha habido algo de preocupación acerca de que este medicamento cause leucemia, pero hasta ahora no hay datos definitivos de que Hydrea cause esta enfermedad en pacientes con enfermedad drepanocítica.

Se están desarrollando nuevos medicamentos para manejar la anemia drepanocítica. Algunos de estos agentes funcionan tratando de inducir al cuerpo a producir más hemoglobina fetal (disminuyendo por lo tanto la cantidad de drepanocitos) o incrementando la fijación del oxígeno a los drepanocitos. Pero hasta ahora, no existen otros medicamentos de uso amplio que estén disponibles para tratamiento.

Los trasplantes de médula ósea pueden ser curativos. Esta terapia se indica únicamente en una minoría de pacientes, especialmente debido al alto riesgo del

procedimiento (los medicamentos que se necesitan para hacer posible el trasplante son altamente tóxicas) y a la dificultad para encontrar donantes apropiados. Igualmente, los trasplantes de médula ósea son mucho más costosos que otros tratamientos.

Se administran antibióticos y vacunas para prevenir infecciones bacterianas, que son comunes en niños con enfermedad drepanocítica.

Los tratamientos adicionales pueden abarcar:

- Exanguinotransfusión parcial para el síndrome torácico agudo.
- Transfusiones o cirugía para eventos neurológicos, tales como accidentes cerebrovasculares.
- Diálisis o trasplante de riñón para casos de enfermedad renal.
- Irrigación o cirugía para priapismo.
- Cirugía para problemas oculares.
- Tratamiento conservador o reemplazo de cadera en caso de necrosis avascular de la cadera (muerte de la articulación).
- Extirpación de la vesícula (si hay enfermedad significativa por cálculos).
- Cuidado de heridas, óxido de zinc o cirugía para úlceras en las piernas.
- Rehabilitación con medicamentos y asesoramiento para complicaciones psicosociales.

### 3.2.8 Expectativas (pronóstico).

En el pasado, la muerte por insuficiencia de un órgano ocurría frecuentemente entre los 20 y 40 años en los pacientes con anemia drepanocítica. Más recientemente, debido a la mejor comprensión y manejo de la enfermedad, los pacientes viven hasta los 40 y 50 años.

Las causas de muerte abarcan insuficiencia de órganos e infección. Algunas personas con la enfermedad experimentan episodios menores, breves y poco

frecuentes, mientras que otras experimentan episodios graves, prolongados y frecuentes que ocasionan muchas complicaciones.

### 3.2.9 Complicaciones.

- Crisis hemolítica y aplásica recurrente que ocasiona anemia y cálculos.
- Enfermedad multisistémica (riñón, hígado, pulmón).
- Abuso de narcóticos.
- Síndrome torácico agudo.
- Disfunción eréctil (como resultado del priapismo).
- Ceguera/deterioro visual.
- Síntomas neurológicos y accidente cerebrovascular.
- Destrucción articular.
- Cálculos.
- Infección, incluyendo neumonía, colecistitis (cálculos) e infección del tracto urinario.
- Infección por parvovirus B19 que ocasiona crisis aplásica.
- Muerte tisular del riñón.
- Pérdida de funcionamiento del bazo.
- Úlceras en las piernas.
- Muerte.

### 3.2.10 Situaciones que requieren asistencia médica.

Se debe consultar al médico si se presenta una crisis dolorosa aguda o al primer signo de cualquier infección.

### 3.2.11 Prevención.

La anemia drepanocítica únicamente se puede presentar cuando dos portadores del rasgo drepanocítico tienen un hijo juntos. Por lo tanto, se recomienda buscar asesoramiento genético para todos los portadores del rasgo (aproximadamente 1 de cada 12 personas de raza negra tiene el rasgo depreanocítico ).

También hay disponibilidad del diagnóstico prenatal. El tratamiento inmediato de las infecciones, la oxigenación adecuada y la prevención de la deshidratación pueden impedir la formación de glóbulos rojos drepanocíticos. Igualmente, los antibióticos y las vacunas pueden prevenir las infecciones.

Se recomiendan las visitas regulares al médico para asegurarse de que el sujeto reciba la nutrición adecuada, mantenga los niveles de actividad apropiados y reciba las vacunas apropiadas.

Prevención de las crisis.

Los padres cuyos niños tienen anemia drepanocítica deben animarlos a llevar una vida normal. Sin embargo, con el fin de disminuir la ocurrencia de las crisis drepanocíticas, se aconseja considerar las siguientes precauciones:

Para prevenir la desoxigenación tisular, evitar lo siguiente:

- La actividad física vigorosa, en especial si hay agrandamiento del bazo.
- El estrés emocional.
- Ambientes con bajo contenido de oxígeno (grandes alturas, vuelos en aviones no presurizados).
- Fuentes conocidas de infección.

Para promover la hidratación apropiada:

- Reconocer los signos de deshidratación.
- Evitar la exposición excesiva al sol.
- Suministrar acceso a líquidos tanto en casa como fuera de ella.

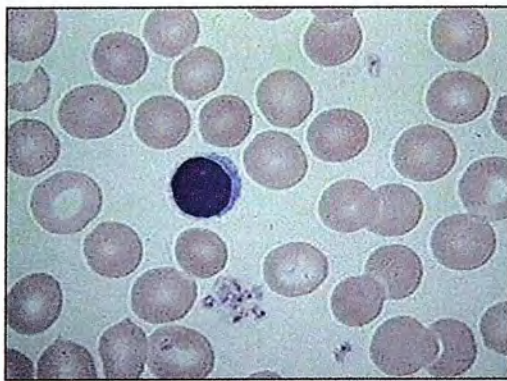
Para evitar fuentes de infección:

- Mantener al niño vacunado apropiadamente como lo recomiende el médico.

- Considerar la posibilidad de que el niño lleve puesto un brazalete de alerta médica.
- Compartir la información anterior con profesores y otras personas que cuidan a los niños de la manera apropiada.
- Ser consciente de los efectos que las enfermedades crónicas y potencialmente mortales pueden tener en los hermanos, las relaciones maritales, los padres y en el niño.

### 3.2.12 Imágenes.

#### Glóbulos rojos drepanocíticos.



La anemia falciforme es una enfermedad hereditaria de la sangre en la cual los glóbulos rojos producen pigmento (hemoglobina) anormal. La hemoglobina anormal hace que los glóbulos rojos adquieran forma de medialuna u hoz.

### 3.3 Necrosis avascular del hueso.

La muerte del hueso no se limita en modo alguno a las epífisis y, por tanto, merece especial consideración el tema general de necrosis avascular. Este proceso recibe diferentes nombres tales como necrosis avascular, necrosis aséptica y necrosis isquémica y presenta una serie de fenómenos patológicos que van desde pérdida inicial de la irrigación sanguínea y la consiguiente muerte del hueso hasta la reposición gradual del hueso muerto por hueso vivo. Es ciertamente un fenómeno

muy frecuente, ya que después de cada fractura una diminuta zona de la superficie de la fractura sufre una necrosis avascular; además de injertos óseos libres, inicialmente avasculares y necróticos, son sustituidos eventualmente por hueso vivo.

### 3.3.1 Clasificación etiológica de la necrosis avascular del hueso subcondral.

- Idiopática:

En los niños (ostecondrosis):

Centros secundarios de osificación (epífisis de presión): cabeza femoral (enfermedad de Legg – Perthes), capitellum (enfermedad de Panner), cabeza metatarsiana (enfermedad de Freiberg), columna vertebral (enfermedad de Scheuerman).

Centro primarios de osificación: escafoides tarsal (enfermedad de Kohler), semilunar (enfermedad de Kienbock), cuerpo vertebral (enfermedad de Calvé).

Necrosis avascular tangencial de la epífisis de presión (ostecondrosis disecante): cóndilo femoral, trocánter mayor, cabeza femoral, astrágalo.

En los adultos: necrosis avascular idiopática de la cabeza femoral (enfermedad de Chandler).

- De etiología conocida.

Traumática.

En los niños: fractura o separación de una epífisis, presión sobre una epífisis como la cabeza femoral durante el tratamiento de la luxación congénita de cadera.

Avulsión parcial de la epífisis de tracción (apófisis): tubérculo tibial (enfermedad de Osgood – Schlatter), apófisis del calcáneo (enfermedad de Server).

En los niños y adultos: luxación traumática de la cadera, fractura del cuello del fémur, otras fracturas como escafoides, astrágalo.

Física: térmica, calor (quemaduras), frío (congelación).

Radiación: necrosis posradiación del hueso (después de la radiación de la pelvis a causa de tumores malignos).

Hematológica: policitemia, anemia aplásica, drepanocitos.

Embolica: embolias de nitrógeno (enfermedad de descompresión, enfermedad de los buzos).

Metabólica: enfermedad de Gaucher.

### 3.4 Proceso de evolución de la necrosis avascular de la cabeza femoral

#### Patogenia y fisiopatología

La principal fuente de preocupación en cualquier necrosis avascular consiste en que durante el proceso patológico pueda quedar permanentemente deformada la epífisis afectada.

La necrosis afecta generalmente a un centro epifisiario secundario o epífisis de presión, al final de un hueso largo (tal como la cabeza femoral), aunque puede afectar también el centro epifisiario primario de un hueso pequeño (tal como el escafoides tarsal).

Se comprende que las epífisis más sensibles son las que están enteramente cubiertas por el cartílago articular y, por tanto, las que tienen una precaria irrigación sanguínea.

### 3.5 Fases de evolución.

Generalmente se aceptan cuatro fases en la evolución de esta enfermedad.

### 3.5.1 Fase precoz de la necrosis (fase de avascularidad).

Tras la obstrucción de los vasos sanguíneos que irrigan la epífisis, producida por cualquier causa, los osteocitos y las células de la médula ósea situadas dentro de la epífisis mueren, pero el hueso permanece intacto durante muchos meses, no siendo ni más duro ni más blando que el hueso normal. Pero el núcleo osificante de la epífisis deja de crecer porque la osificación endocondral está desprovista de irrigación sanguínea. El cartílago articular, alimentado por el líquido sinovial, permanece vivo y, por supuesto, continúa creciendo. Así, a lo largo de los meses siguientes (a veces hasta un año o más) el núcleo osificante de la epífisis afectada es más pequeño que el del lado normal, mientras que su espacio cartilaginoso es más grueso. Esta es la fase quieta de la necrosis y en la que el afectado suele estar asintomático sin que se produzca deformidad alguna.

### 3.5.2 Fase de revascularización con depósito y resorción de hueso.

Esta fase representa la reacción vascular de los tejidos circundantes frente al hueso muerto, está caracterizada por la revascularización de la epífisis muerta, la osificación del cartílago preóseo engrosado se reanuda, al mismo tiempo se va deponiendo hueso nuevo sobre las travéculas óseas del núcleo osificante original.

El hueso nuevo que se forma es tejido óseo primariamente comparable al que puede observarse en un callo de fractura; no es blando en sentido físico, sino que tiene "plasticidad biológica" ya que se moldea fácilmente al crecer y adquiere una forma normal o anormal según las fuerzas a las que este sometido.

Durante esta fase de revascularización se produce una fractura patológica en el hueso subcondral del núcleo osificante original y en el lado de mayor esfuerzo. La fractura, que es con casi toda seguridad el resultado de la repetición de microtraumatismos, está asociada con dolor y con el desarrollo de un derrame

sinovial de la articulación y también con un engrosamiento sinovial que, limita la movilidad.

### 3.5.3 Fase de curación ósea.

La resorción ósea puede cesar y continuar el depósito de hueso, de suerte que el tejido fibroso y de granulación es lentamente reemplazado por hueso nuevo.

Sin embargo, el hueso nuevamente formado en una epífisis en curación presenta todavía “plasticidad biológica” y aún puede ser relativamente moldeado, en bien o en mal, por las fuerzas que actúan sobre ella.

El contorno eventual de la epífisis solo puede ser establecido una vez completada la reosificación de la misma.

### 3.5.4 Fase de deformidad residual.

Una vez completada la curación ósea, el contorno de la epífisis permanece relativamente invariable. Así es como persiste cualquier enfermedad residual. No obstante, dado que el cartílago articular ha permanecido razonablemente normal, la función articular puede ser bastante satisfactoria durante muchos años. Sin embargo, en articulaciones que soportan peso, como la cadera, la deformidad residual, la desproporción articular asociada y la movilidad limitada conduce al desarrollo gradual de una artropatía degenerativa en fases posteriores de la vida.



En la imagen anterior se observa la necrosis avascular de la cabeza femoral izquierda en la fase de avascularidad.



En la imagen anterior se observa la necrosis avascular de la cabeza femoral izquierda en la fase de revascularización con depósito y resorción de hueso, obsérvese la densidad de la pequeña cabeza al dejar de crecer en la cual se aprecia el fenómeno de la “cabeza dentro de una cabeza”.



En la imagen anterior se observa la necrosis de la cabeza femoral en la fase de curación ósea se observa una fragmentación, en esta fase se conserva aún el cartílago de revestimiento intacto.



En la imagen anterior se observa la última fase de la necrosis avascular o fase de deformidad residual.

### 3.6 Descripción de la ortesis.

#### 3.6.1 Definición de ortesis.

Según la norma UNE 111 – 909 – 90 / 1, adoptada de la ISO 8549/ 1, una ortesis es cualquier dispositivo aplicado externamente sobre el cuerpo humano, que se utiliza para modificar las características estructurales o funcionales del sistema neuro – músculo – esquelético. Vemos pues, que se utiliza con la intención de mantener, mejorar o restaurar la función. Podríamos además añadir que está en contacto permanente con el cuerpo humano, lo que las diferencia del resto de las ayudas técnicas y que se utiliza para el tratamiento de alguna deficiencia física o discapacidad.

#### 3.6.2 Reseña histórica.

La palabra ortesis deriva de la palabra griega “ortho” que significa recto, enderezado o correcto. El término “ortesis” se adopta tras la segunda guerra mundial y se utilizó por primera vez en los principios de la década de 1950, adoptándose en 1960 por la organización profesional de ortesistas y protesistas americanos, cuando se formó la Asociación Americana de Ortésica y Protésica a partir de la original Asociación de fabricantes de miembros inferiores.

#### 3.6.3 Nomenclatura utilizada.

La nomenclatura utilizada para describir los diferentes tipos de ortesis es bastante confusa, los especialistas utilizan diferentes términos para describir incluso los sistemas más sencillos. Estos sistemas y sus componentes reciben nombres que pueden describir su función, la región anatómica sobre la que se aplican, el nombre del inventor del sistema, o simplemente el lugar donde fueron desarrolladas. Para facilitar la comunicación y estandarizar el uso de acrónimos, se desarrolla un sistema que asocia la primera letra (en inglés) de cada una de las articulaciones sobre las

que actúa la ortesis, añadiendo una O (de ortesis) al final de la palabra. De esta forma las ortesis más comunes las nombramos como:

#### Ortesis de miembro superior.

- HO hand orthosis (ortesis de mano).
- WO wrist orthosis (ortesis de muñeca).
- EO elbow orthosis (ortesis de codo).
- SO shoulder orthosis (ortesis de hombro).
- WHO wrist – hand orthosis (ortesis de muñeca – mano).
- EWHO elbow – wrist – hand (ortesis de codo – muñeca – mano).
- SEWHO shoulder – elbow – wrist – hand orthosis (ortesis de hombro – codo – muñeca – mano).

#### Ortesis de columna.

- CO cervical orthosis (ortesis cervicales).
- TO thoracic orthosis (ortesis torácicas).
- LO lumbar orthosis (ortesis lumbares).
- CTLSO cervical – thoracic –lumbosacral orthosis (ortesis cérvico – torácico – lumbosacras).
- TLSO thoracic – lumbosacral orthosis (ortesis torácicas – lumbosacrales).
- LSO lumbosacral orthosis (ortesis lumbosacras).
- SIO sacriiliac orthosis (ortesis sacroiliacas).

### Ortesis de miembro inferior.

- FO foot orthosis (ortesis de pie).
- AFO ankle foot orthosis (ortesis de tobillo – pie).
- KO knee Orthosis (ortesis de rodilla).
- KAFO knee ankle foot orthosis (ortesis de rodilla – tobillo – pie).
- HKAFO hip knee Ankle foot orthosis (ortesis de cadera – rodilla – tobillo – pie).

#### 3.6.4 Funciones de las ortesis y mecanismos de acción.

La finalidad de cualquier ortesis es mantener, mejorar o restaurar la función de las partes móviles o de todo el cuerpo humano. Para profundizar en el conocimiento de las ortesis y promover un uso racional de las mismas, comentaré cuales son las funciones principales que desempeñan y el mecanismo de acción en el que se basan para lograr estas funciones, señalando los principios biomecánicos y / o biológicos implicados. Ambos aspectos conforman la base científica de la ortésica.

Al referirnos al conjunto de todas las ortesis, podríamos efectuar numerosas clasificaciones de las mismas, en base a otros tantos criterios de clasificación. Por ejemplo, según los segmentos anatómicos involucrados, descritos anteriormente, según el tipo de restricción que proporciona (flexible, rígida, semirígida), según el objetivo de la prescripción (de soporte, de inmovilización, de corrección, etc.), según la patología a la que se dirigen (escoliosis, fracturas, parálisis nerviosas, etc.).

#### 3.7 Ortesis de la extremidad inferior.

##### Introducción.

La utilización de una ortesis afecta al patrón de marcha individual de un sujeto. Una ortesis de diseño y construcción adecuados, ayuda al usuario a caminar de forma más confortable y eficiente, si bien es poco probable que pueda reconstruir el patrón

de marcha de una persona normal. Aunque disminuyen las deficiencias del aparato locomotor, raramente compensan la discapacidad anatómica de forma total. Consecuentemente, la dificultad en la tarea del personal especializado es la de reconocer el patrón óptimo de marcha con una determinada ortesis o ayuda, de forma que puedan ser identificadas las desviaciones con el estándar, determina las causas y, cuando sea posible corregirlas.

Una ortesis provoca una modificación en la distribución de fuerzas que puede limitar a asistir la locomoción. Su uso requiere que la persona coordine los movimientos del cuerpo mientras utiliza la ayuda. Las ortesis se adaptan sobre la extremidad afecta y siempre añaden un peso a esta.

### 3.8 Ortesis para deficiencias esqueléticas y articulares (ortesis de descarga).

El diseño de estas ortesis proporciona una alineación correcta de los segmentos óseos y articulaciones, disminuye el soporte de peso de la extremidad inferior a través del sistema esquelético.

Existen ciertos efectos directamente derivados de la aplicación o reducción de fuerzas o carga axial de forma controlada sobre el cuerpo o alguna de sus partes: articulaciones, segmentos, extremidad completa. De este modo se puede conseguir una descarga del mismo, una estabilización, fijación, protección o mantenimiento de una posición o postura determinada, proporcionándole apoyo. La protección de dicho segmento corporal se consigue gracias a que permite el reposo e inmovilización del mismo, con lo que se logra reducir el dolor y la inflamación, permitiendo la regeneración sobre todo cuando estamos en presencia de segmentos músculo – esqueléticos inflamados o lesionados. Por otro lado, permite reducir, redistribuir y transferir las cargas del peso corporal sobre la extremidad, o algunos huesos largos, ya que la ortesis se extiende, en ocasiones hasta englobar las regiones corporales sanas. En otras ocasiones, lo que hace la ortesis es repartir esas fuerzas en una superficie corporal mayor, logrando disminuir la presión. Se podría decir que de esta

forma de actuación, derivan las ortesis cuya función principal es la descarga, protección preventiva, o antálgica.

### 3.9 Ortesis de descarga con apoyo isquiático.

La extremidad inferior forma una unidad anatómico funcional, cuya misión fundamental es realizar el apoyo en la estática (bipedestación) y en la dinámica (marcha). Dentro de él, podemos distinguir dos regiones fundamentales: la porción terminal o tobillo, pie especializado en la transmisión de este apoyo al suelo, y la región proximal o cintura pélvica, encargada de la transmisión del peso desde el tronco a la extremidad inferior. Esta última también se ha especializado y diferenciado morfológicamente en la transmisión de fuerzas, desde el tronco al suelo, cuando el individuo adopta la sedestación, por lo que aparece un gran desarrollo del isquion.

Es conveniente señalar que las alteraciones patológicas que afectan la extremidad inferior se manifiestan más claramente durante la marcha y, principalmente, durante la fase de apoyo. Las razones son que la fase de apoyo es la de mayor duración del ciclo de la marcha y, durante la misma, la extremidad inferior está sometida a las mayores tensiones mecánicas, como consecuencia de la carga del peso corporal.

La mejora en la estabilidad que proporciona el sistema ortésico reduce el costo energético a expensas de una disminución del esfuerzo muscular, que es mayor durante la fase de apoyo que durante la fase de balanceo. Durante la fase de balanceo se requiere un esfuerzo para avanzar la extremidad inferior que supone un 15% del peso corporal; sin embargo, durante la fase de apoyo se requiere el soporte de la totalidad del peso corporal.

Cuando se desea conseguir una función de descarga de la extremidad inferior, durante la bipedestación y/o la marcha, la solución técnica adoptada es efectuar una cuidadosa conformación del área proximal de la ortesis, buscando el apoyo sobre

determinadas zonas óseas, como el isquion trasladando así distalmente la carga del peso corporal. De esta manera logramos el traslado del peso de la pelvis hasta el suelo, la cual se transmite a través de las barras laterales de duraluminio, que son las que ofrecen la rigidez necesaria al sistema.

La descarga lograda depende de diversos factores del diseño ortésico, tales como la configuración de la zona isquiática que soporta el peso, el tipo de articulación mecánica de rodilla, tobillo, y otros, que dependen del uso adecuado de la ortesis. Se analiza la efectividad de varios diseños en la disminución de carga axial del sistema esquelético, observando que, mientras unos diseños proporcionan una mínima descarga de la extremidad, otros llegan al 100%. De las configuraciones analizadas, se encuentran, en orden creciente de efectividad en la descarga de la extremidad las siguientes:

- El reborde cuadrilateral con articulación de rodilla fija y tobillo libre.
- El mismo diseño, con articulación de tobillo fija y una placa rígida que se extiende a las cabezas metatarsianas.
- El mismo diseño agregando un balancín de antepié.

Con el último diseño, prácticamente toda la carga se transmite a través de la estructura ortésica. El empleo de las articulaciones de rodilla desplazadas, aunque mejora el patrón de marcha, produce tensiones excesivas en la estructura de la ortesis. Posiblemente, la disminución de carga de la extremidad, que se obtiene con un adecuado entrenamiento, sea el factor más importante en este tipo de ortesis.

El apoyo isquiático en una ortesis sirve para aliviar la carga sobre el esqueleto de la pierna. El apoyo isquiático traslada el peso corporal del usuario de la pierna hacia la ortesis. Con un contacto del pie sobre la ortesis se logra una descarga parcial del esqueleto de la pierna. Sin contacto del pie con la ortesis se logra una descarga completa del esqueleto de la pierna. En estos casos se debe considerar una compensación de la longitud de la pierna opuesta. Al tener el pie en el aire, se

logra además una descarga total del esqueleto al disminuir la tracción que ocasionan los músculos y ligamentos que envuelven la articulación.

Para realizar una prescripción ortésica adecuada se deberá incluir, además de la denominación, la función que se desea obtener con ella, el material específico de construcción, así como el diseño deseado incluyendo los elementos accesorios y ajustes oportunos. En el pasado las ortesis se indicaban basándose, simplemente, en la patología del usuario. La prescripción adecuada de la ortesis idónea para un usuario, debe basarse en las características del trastorno motor y no en la etiología de la enfermedad que la causa. El tratamiento ortésico es pues un tratamiento fisiopatológico, o sintomático, no un tratamiento etiológico.

En cuanto al diseño ortésico, aunque el peso es un factor importante en algunos usuarios, la rigidez del sistema y/o la capacidad de movimiento articular pueden ser igualmente importantes. El plástico, debido a su ligereza con respecto al metal, se considera en ocasiones preferible.

### 3.10 Principios biomecánicos.

Deben tenerse en cuenta como metas, las relaciones estáticas y dinámicas normales y sanas de la cadera, la rodilla, las articulaciones tibiotarsiana y subastragalina. Si no se considera prioritariamente esta meta, una ortesis puede llegar a constituirse en un cuerpo extraño, que más bien agrava la deformidad en vez de aliviarla.

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

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

ortosis a las características anatómicas, en especial a las prominencias óseas, partes blandas, bordes blandos eventuales, etc.

### 3.10.1 Objetivos de un buen diseño y una buena adaptación.

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

Para alcanzar estos objetivos es necesario orientarse por las características de las articulaciones anatómicas de la extremidad inferior.

### 3.11 Anatomía de la articulación bajo los criterios de la ortésica.

#### 3.11.1 La articulación de la rodilla

De pie, en postura relajada, los ejes de ambas articulaciones de rodilla se encuentran en una línea que están paralelos al plano frontal. Por medio de rotación de la cadera se puede alcanzar esta posición paralela, aunque de un individuo a otro la rotación externa sea de diferente magnitud.

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

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

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

### 3.12 La articulación del tobillo.

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

La torsión de la tibia es un proceso que se desarrolla desde unos 2° en recién nacidos hasta 20°-30° permanentes en un lapso de aproximadamente 7 años.

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

### 3.13 Diseño ortésico en los distintos planos.

El diseño se realiza, en un sistema de referencia de tres dimensiones que puede representarse en forma simplificada como la proyección de una línea de carga predeterminada en forma de perpendiculares anterior, posterior y lateral del cuerpo. Según la técnica alemana, las perpendiculares tienen su punto de origen desde el centro de la articulación de la cadera y baja perpendicularmente hacia la superficie de apoyo.

- En la vista frontal, atraviesa el centro de las articulaciones de rodilla, tobillo y entre el primer y segundo dedo del pie.
- En la vista posterior, atraviesa el centro de la fosa poplíteica y el tendón de Aquiles.

- En la vista lateral, se origina en la cavidad axilar, corta el trocánter mayor, corta la articulación de la rodilla en aproximadamente la línea límite entre los dos tercios anteriores y un tercio posterior, siguiendo hacia abajo pasando justamente antes del maléolo externo, perpendicular a la superficie de apoyo.

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

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

### 3.14 La articulación de la rodilla en el plano frontal y sagital.

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

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

El punto de rotación de la articulación de la rodilla se encuentra a nivel A-P 60% anterior 40% posterior a nivel de la articulación de la rodilla. La ubicación adoptada hasta hoy de 2/3 anterior 1/3 posterior de la articulación es permitida. En cuanto a la altura, queda para el adulto, a aproximadamente 20 mm craneal de la línea interarticular.

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

### 3.15 Resultados de la colocación errónea de articulaciones ortésicas de rodilla.

El punto P en la pierna y en la ortesis y sus desplazamientos al flexionar la articulación de la rodilla suponiendo que la articulación de la ortesis (articulación mecánica) y el punto de giro anatómico no coinciden.

El punto A muestra el lugar donde cae el punto P de la pierna a flexionar el eje anatómico, el punto O muestra donde cae el punto P de la ortesis a flexionar el eje de la ortesis.

Queda claro la incongruencia y su efecto negativo sobre los segmentos de la articulación de la rodilla y sus consecuencias de deslizamiento y presiones que produce la ortesis sobre la pierna.

### 3.16 Articulación de tobillo en los planos frontal y sagital.

Para efectos de su ubicación anatómica, la articulación de tobillo debería situarse lateralmente más distal y medialmente más proximal. Esto corresponde a su trayectoria inclinada. Según la técnica alemana se permite simplificar y suponer una horizontal para ubicar la articulación a una altura de compromiso. Esta altura corresponde al borde inferior del maléolo medial (interno). El maléolo interno se encuentra usualmente 1.5 a 2.5 cm anterior al maléolo lateral (externo). Esto es

ocasionado por la torsión tibial y condiciona la rotación externa de  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  del eje de la articulación del tobillo. Si se desea congruencia entre la articulación anatómica y la dirección de locomoción con la articulación mecánica del tobillo, debe colocarse esta articulación rotada respecto al eje de la rodilla. La congruencia de dos articulaciones realmente es valedera en este caso. Pero la comparación es válida entre articulaciones anatómicas y mecánicas de la misma articulación y no entre distintos niveles articulares. Las articulaciones de tobillo y rodilla no flexionan al mismo tiempo durante el ciclo de marcha.

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

Técnicamente respetar esta rotación sólo es posible si ambas articulaciones están desplazadas en su construcción y si el corte de la férula es prolongado medialmente.

Como se debe evitar la carga fisiológica sobre la articulación anatómica y la fricción mecánica aumentada de la articulación ortésica se debe considerar la rotación hacia afuera del eje del tobillo. Una solución técnico-ortopédica de compromiso simplificada es la de considerar la ubicación de la articulación entre los maléolos como referencia (compromiso) para la ubicación del eje de la articulación.

Tabla del resumen general de construcción estándar.

Articulación	Plano frontal	Plano sagital	Plano transversal
Rodilla	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: 20 mm arriba de la interlínea articular. A-P: 60% anterior 40% posterior.	Paralelo al plano frontal.
Tobillo	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: suma de las medidas del suelo a lo ápex de los maleolos dividida entre dos.	Rotación hacia afuera, dependiendo del ángulo de rotación externa de la torsión tibial (línea trans-maléolos)
Metatarso Falangica	Horizontal y paralelo al suelo	Medial: hasta 15 mm posterior a la articulación metatarso falángica I. Lateral: justo anterior a la articulación metatarso falángica V.	Paralelo al eje de la articulación de rodilla

### 3.17 Alteraciones de la marcha producidas por la utilización de ortesis.

Cuando se evalúa la marcha de un usuario, se debe distinguir entre restricciones impuestas por la ortesis, que son necesarias para la ejecución de la marcha, y aquellas que disminuyen o limitan alguna función o movimiento, aunque su finalidad sea asegurar la estabilidad del usuario. Las desviaciones adicionales no deseadas que se producen en la marcha, son el resultado de la interacción ortésico – anatómico, en que las ortesis, o bien no compensan la deficiencia física o introducen fuerzas no deseadas.

### 3.18 Alteraciones en el plano frontal.

#### 3.18.1 Abducción de cadera.

Esta desviación de la cadera proporciona una base amplia durante las fases de oscilación y de apoyo. La pared medial de la ortesis de rodilla y tobillo puede ser demasiado alta, afectando el periné. Una ortesis unilateral equipada con un bloqueo articular de rodilla requiere un alza de un centímetro en el zapato contralateral pues, en caso contrario, el usuario llevará la extremidad afectada en abducción, ya que este lado es funcionalmente más largo.

#### 3.18.2 Inclinación lateral del tronco.

Puede ser producida por excesiva altura de la pared medial de la ortesis de rodilla y tobillo. En ausencia de deficiencias ortésicas apreciables, esta alteración puede ser corregida mediante el uso de un bastón contralateral.

#### 3.18.3 Circunducción.

Es consecuencia de avanzar el miembro inferior mientras se evita la flexión de cadera. La ortesis unilateral de rodilla y pie con bloqueo articular de rodilla deben prever un alza en el zapato contralateral. Otra causa de excesiva longitud de la extremidad en la fase de balanceo es el mal funcionamiento de flexión plantar o de un dispositivo de asistencia a la flexión dorsal del pie.

#### 3.18.4 Elevación pélvica.

Esta anomalía de la marcha ocurre durante la fase de balanceo y constituye una alternativa a la circunducción, utilizada en los casos en que la extremidad portadora de la ortesis es funcionalmente más larga a causa de un mal funcionamiento de los bloqueos articulares de rodilla.

### 3.18.5 Elevación sobre el antepié.

Representa otra alternativa durante la fase de balanceo, el usuario exagera la flexión plantar en el pie contralateral al afectado para separarlo del suelo. Nuevamente, el lado ortésico es funcionalmente más largo, siendo indicada la corrección del fallo ortésico o el levantamiento con un alza contralateral.

### 3.19 Alteraciones de la cadera en el plano transversal y alteraciones combinadas en el pie.

El usuario puede exhibir rotaciones anormales que incluyen: rotación interna o externa de cadera y contacto plantar con el mismo tipo de desviaciones. Ambas pueden ocurrir en cualquier momento del ciclo de la marcha y, en ausencia de desequilibrio muscular o deformidad articular, indican una mala alineación de la ortesis. Independientemente del material utilizado la ortesis debe ajustarse con el grado de rotación tibial y alineación subtálica del usuario. En otro caso la extremidad se verá forzada a la mal rotación en el interior de la ortesis. Una mal rotación del pie y el tobillo pueden sugerir la necesidad de un arco medial longitudinal de soporte, una ortesis de pie con paredes mediales y laterales que se extienda hasta justo detrás de las cabezas de los metatarsianos, o barras mediales y laterales.

## Capítulo IV.

Proceso de elaboración de la ortesis tipo KAFO.



## 4 Elaboración del molde negativo con venda de yeso.

### 4.1 Recepción del usuario.

Para toda la atención y aprovisionamiento del usuario primeramente se solicitan sus datos personales.

Luego se procede a ubicar todas las medidas requeridas en la ficha técnica, tales como:

- Longitud del pie.
- Altura de la articulación del tobillo.
- Altura de la articulación de la rodilla.
- Altura del isquion al suelo.
- Altura de tacón.
- Circunferencia del pie.
- Circunferencia del tobillo.
- Circunferencia de pantorrilla.
- Circunferencia de la rodilla.
- Circunferencia supracondilar.
- Circunferencia del muslo nivel tercio medio.
- Circunferencia a la altura del isquion.



#### 4.1.1 Materiales y herramientas utilizados.

- Lápiz indeleble.
- Medias finas.
- Calibrador (pie de rey).
- Cinta métrica.
- Tres vendas de yeso de 4 plg.
- Un recipiente con agua.
- Alza de 1 centímetro.
- Aislante de corte.
- Cuchilla.
- Ipo cuadrilateral.

#### 4.1.2 Preparación de la extremidad para el enyesado.

Se recubre la extremidad afectada con una media, bajo la misma se coloca el aislante para corte, se debe asegurar de que la media este bien ajustada a la forma anatómica de la extremidad.

En seguida se deben de resaltar con el lápiz indeleble los siguientes puntos:

- Cabezas metatarsianas primera y quinta.
- Maléolo interno y externo.
- La cabeza del peroné.
- La línea interarticular de la rodilla.
- La rótula.
- Trocánter mayor.
- El isquion.
- Puntos óseos prominentes.
- Zonas de cuidado.



#### 4.1.3 Toma del molde negativo.

- Se llena un recipiente con agua. El agua debe estar a una temperatura agradable para el usuario.
- Se hidratan las vendas durante unos segundos en el agua.
- Se debe de empezar a enyesar la extremidad afecta de caudal a craneal, tomándose en cuenta que el correcto traslape de las vendas es a 2/3 de las mismas.
- No colocar demasiado yeso en la parte anterior del tobillo, esto con el fin de que el corte sea sencillo.
- Se debe tener la seguridad de que el isquion esta dentro del anillo prefabricado antes del vendaje de yeso para lograr la futura descarga en ese punto.
- Una vez concluido el vendaje, se alinean todos los segmentos de muslo y pierna con la ayuda de una plomada o un alineador láser.



#### 4.1.4 Recorte del molde.

- Se trazan líneas transversales en la cara anterior del vendaje de yeso. Estas líneas son importantes para luego buscar la congruencia de las mismas y cerrar de nuevo el molde.
- Se corta el yeso con el cuchillo y posteriormente se le retira al usuario.



#### 4.2 Elaboración del molde positivo de yeso.

##### 4.2.1 Preparación del negativo.

Se controlan las posiciones angulares de rodilla y tobillo con el goniómetro. En caso de diferencias grandes entre las medidas reportadas en la toma de medida y el negativo, se procederá a cortar el negativo después de corroborar los grados de error en la caja de alineación y se procede a la corrección del mismo.



#### 4.2.2 Vaciado del yeso en el molde negativo.

- Se introduce un tubo galvanizado dentro del molde negativo, posteriormente se cierra el canal anterior elaborado en el proceso de corte.
- Como segundo paso se vierte en el molde negativo solución jabonosa, esto con el fin de que se facilite la separación del yeso fraguado con las vendas enyesadas.
- Luego se vierte el yeso dentro del negativo y se deja en reposo hasta que este fragüe.
- Después del fraguado y al estar seguros de que el molde ha endurecido por completo, se coloca en una prensa de banco para así poder retirar el molde negativo del positivo.



#### 4.2.3 Proceso de modelaje del pie.

- Primero se eliminan todas las irregularidades presentes en el yeso. Después de haber corregido el positivo se empieza a colocar los aumentos correspondientes a las zonas sensibles a presiones.
- Se realiza una extensión en la longitud del área del pie de aproximadamente 1 centímetro.
- Se verifican las medidas circunferenciales y longitudinales, comparándolas con las obtenidas en la hoja de medidas.
- Se realizó el desnivel correspondiente al área de los dedos de aproximadamente 5 milímetros, esto con el fin de brindarle al usuario un mejor punto de rodamiento e impulso en la fase del despegue del pie.
- Verificar que el área del talón, el punto de rodamiento y los dedos se encuentren paralelos entre sí.
- Los arcos correspondientes al área plantar se deben de respetar.

#### 4.3 Construcción de las líneas de plomada.

El molde de yeso debe permanecer estático en posición vertical, sobre una base horizontal, con un alza en el talón de 1 centímetro. En este punto se puede controlar las diferentes desviaciones existentes en el molde y corregirlas si estas se presentan.

Posteriormente se lija todo el molde con lijas de agua para así brindarle un buen acabado y poder evitar que las irregularidades se transfieran al polipropileno.



#### 4.4 Termoconformado.

##### 4.4.1 Preparación del yeso para el proceso de termoconformado.

- Se marcan los puntos articulares con clavos, los cuales deben sobresalir aproximadamente 5 mm, con el fin de que se marquen en el plástico para facilitar la posterior ubicación.
- Se utiliza polipropileno de 5 mm ó 6 mm esto dependerá de la contextura del usuario.
- Se aconseja que el molde de yeso este completamente seco para evitar imperfecciones en el polipropileno.
- Sobre el molde se debe colocar una media fina como material aislante para evitar la adhesión entre el polipropileno y el molde positivo.
- Se toman cuatro medidas para el corte del polipropileno las cuales son: circunferencia al nivel del tobillo, circunferencia a nivel de la rodilla, circunferencia a nivel proximal del muslo y la longitud total del molde.
- A todas las anteriores medidas se le agregan de 5 a 10 cms, con el objetivo de que el polipropileno no quede corto.
- Se limpia el trozo de polipropileno y se desbarban los bordes para evitar que el mismo se adhiera al teflón al momento de retirarlo del horno.
- El polipropileno se introduce al horno a una temperatura que se puede regular entre los 180 y 200 grados centígrados.
- Posteriormente y ya con el polipropileno fundido se retira del horno y se coloca sobre el molde.
- Se debe observar que no existan irregularidades en los puntos que forman ángulos rectos tal como la articulación de tobillo.
- El polipropileno se debe cerrar en la parte anterior del molde, la costura se debe cortar para evitar que el exceso de peso debilite el plástico.
- Se activa la válvula de succión para que conforme el polipropileno de acuerdo al contorno del molde.

#### 4.5 Posición y ajuste de las barras.

- Se espera que el plástico este completamente adaptado a la temperatura ambiente y se retira de la mesa de succión.
- Se ubican los puntos articulares señalados anteriormente con los clavos, se corta el polipropileno en esa área y se retiran los clavos.
- Se vuelven a verificar los puntos articulares en la caja de alineación, para trazar las líneas de carga axial y estas se trazan sobre el polipropileno.
- Se colocan nuevamente los clavos de manera que sean estos paralelos en todos los ejes.
- Se colocan las barras sobre el molde y se traza un perfilograma de las mismas.
- Una vez que las barras coincidan con el contorno del molde, luego de conformarlas y ajustarlas con las grifas se trazan los puntos donde se van a perforar observando que estos sean simétricos en ambas barras.

#### 4.6 Cortes del polipropileno.

- En la segmento de pierna de la ortesis se deja un exceso de 0.5 cm con respecto al borde anterior de las barras.
- En el pie dejamos libres las cabezas metatarsianas primera y quinta.
- Para conformar la caja posterior, se ubica la línea interarticular de la rodilla, se transfiere la línea hacia la parte posterior del molde negativo, se marcan 8 cm craneal y la misma distancia caudal, partiendo de la línea antes mencionada, posteriormente, se elabora un aumento de yeso en esa área de 5mm de altura, esto se hace con el fin de que en el momento de que el usuario este sentado no existan puntos de presión en el área de la fosa poplítea.
- A nivel del muslo en el termoconformado, se dejará 1 cm extra de polipropileno con respecto a las barras, y también se debe de elaborar aletas en las áreas distal y proximal de manera que las mismas abarquen más área para lograr una mejor sujeción de la ortesis.

#### 4.7 Montaje de la ortesis.

- Una vez obtenidas las líneas del borde de la ortesis, se cortan con la sierra oscilante.
- Se retira el polipropileno del molde positivo.
- Se colocan las barras inferiores y superiores fijándolas con tornillos, se controla el paralelismo con el uso del nivel de escuadra el cual permite colocar las barras paralelas entre sí eliminando las posiciones que pueden adoptar las barras debido a las fuerzas a las que se someten en el proceso de conformado tales como la torsión, en este proceso se debe verificar que ambos ejes se encuentren a la misma altura.
- Se elabora la talabartería.
- Se elaboran los protectores aislantes.

#### 4.8 Prueba de la ortesis.

En este proceso se coloca la ortesis sobre la extremidad afectada, se verifican posibles puntos de presión, la correcta descarga del peso corporal sobre el asiento isquiático, altura de las articulaciones mecánicas con respecto a las articulaciones anatómicas, rotaciones de la extremidad ocasionadas por la ortesis, se analiza las fases de la marcha en las vistas frontal y sagital, y se observa al usuario en posición de sentado para eliminar cualquier punto de presión sobre todo en el área de la fosa poplítea ya que este es el punto donde la extremidad presenta mayor contacto al estar en dicha posición. Posteriormente se realizan los cambios de alineación y alturas en caso de ser necesario, se fijan las barras con remaches de cobre y se llevan a cabo los cambios finales.

#### 4.9 Entrega de la ortesis.

Durante la entrega de la ortesis se controla nuevamente todos los resultados de los distintos procesos, se le plantean al usuario todos los aspectos biomecánicos de la ortesis tales como:

- Razón de la ortesis.
- Colocación de la ortesis.
- Cierre de la ortesis.
- Higiene personal.
- Cuidado de la ortesis.
- Seguimiento.
- Manejo general.

## Capítulo V

Recomendaciones generales al usuario.

## 5 Mantenimiento.

En las revisiones iniciales se debe prestar especial atención a la comodidad y estabilidad en la marcha con la ortesis, así como al esfuerzo requerido para su manejo. Posteriormente son necesarios los controles periódicos de la ortesis para comprobar que la comodidad, ajuste y colocación son correctos. En estos controles también se realizará un examen del estado de la ortesis y sus materiales. Deben estar bien indicados en las instrucciones los periodos en los que el usuario debe acudir a dichas revisiones.

Se debe instruir al usuario y a su familia en el cuidado y mantenimiento de la ortesis, para asegurar su máxima utilidad. Es necesaria una higiene adecuada, para evitar la aparición de efectos adversos como rozaduras o úlceras por presión. La piel del usuario debe revisarse todos los días, para asegurar que la ortesis no le aprieta o le roza excesivamente. Se debe enseñar a los usuarios a reconocer los fallos en el ajuste y las necesidades de reparación que necesita su ortesis. Se recomienda la limpieza diaria de la ortesis.

### 5.1 Efectos secundarios.

El uso de un KAFO puede ocasionar los siguientes efectos:

#### 5.1.1 Trastornos cutáneos.

- Eritema o úlceras por presión, cuando hay una presión excesiva en las zonas de apoyo.
- Erosiones en la piel si no se respetan las normas de uso, o en caso de hipersensibilidad cutánea a los materiales.
- Dermatitis por contacto prolongado con el material de la ortesis.
- Hiperqueratosis en la zona del apoyo isquiático.
- Lesiones cutáneas por aumento de sudoración.

## 5.2 Guía de las instrucciones de uso.

Para obtener el máximo aprovechamiento y satisfacción del uso de la ortesis, en las instrucciones de utilización deben figurar entre otros, los siguientes aspectos:

### 5.2.1 Las condiciones de mantenimiento de la ortesis:

- El método y la frecuencia de limpieza adecuada.
- Mantener secos los componentes metálicos, para que no exista oxidación.
- Recomendar el uso de medias de algodón sin costuras en la interfase para que cubran la zona del contacto directo con la ortesis.
- No usar cremas, lociones, ni polvos en la zona que entran en contacto con la ortesis, ya que reblandecen la piel y pueden aparecer lesiones.
- En caso de rotura del material acudir directamente con el técnico para su valoración.
- Instrucciones de colocación y retirada de la ortesis.
- Advertir de los posibles efectos secundarios no deseados y la necesidad de comunicarlos a su técnico.
- Aconsejar la adaptación progresiva al uso de la ortesis.
- Advertir al usuario que no debe acercarse a una fuente de calor con la ortesis puesta, por el peligro de deformación de los componentes termoplásticos y por el riesgo de inflamabilidad.
- Indicar la duración de la ortesis en condiciones normales y su periodo de garantía.
- Recomendar la asistencia a terapias para reeducar la marcha.
- Incluir recomendaciones sobre el tipo de calzado que debe usarse con la ortesis.

**Presentación de caso # 2.**

**Prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral.**

## Capítulo VI.

Historia clínica.

Examen físico.

Plan terapéutico.

## 6 Historia clínica.

### 6.1 Datos generales.

Nombre: Silvia del Carmen Garay.

Escolaridad: estudios primarios concluidos.

Domicilio: cantón San Jacinto, jurisdicción Coatepeque, departamento Santa Ana, El Salvador.

Género: femenino.

Ocupación: comerciante.

Fecha de nacimiento: 7 de febrero de 1972.

Edad: 33 años.

Nacionalidad: salvadoreña.

Estado civil: soltera.

Núcleo familiar: una hija.

Número de expediente: U.D.B 1102 – 2003.

Fuente de contacto: centro de rehabilitación de Santa Ana.

Presente enfermedad: amputación transfemoral, tercio distal de la extremidad inferior derecha.

#### 6.1.1 Consulta por: elaboración de prótesis transfemoral.

#### 6.1.2 Anamnesis.

Usaria en la cuarta década de edad, la cual se presenta al departamento de órtesis y prótesis con diagnóstico de amputación transfemoral por causas traumáticas.

El día 11 de agosto de 2001, sufrió un aplastamiento de ambas extremidades inferiores causada por la caída de un muro de concreto, el percance se dio por las constantes lluvias que se presentaban en ese momento, y por un eventual temblor que se suscitó justo en el instante que ella caminaba con sus hijas por el lugar, la

usuaria manifiesta “quede soterrada más o menos una hora”. Al escaso tiempo después del accidente le ofrecieron ayuda para sacarla del lugar pero ella manifestó la negativa con el fin de que auxiliaran a sus hijas que también se encontraban soterradas, una hora después lograron levantar los escombros y ella fue retirada del lugar.

Minutos más tarde fue trasladada al Hospital San Juan de Dios en Santa Ana, con su extremidad inferior derecha totalmente destrozada y la extremidad inferior izquierda presentaba fractura a nivel femoral, durante el período de traslado la usuaria se encontraba totalmente inmovilizada, “yo estaba totalmente conciente de lo sucedido” manifiesta la usuaria. Al ingresar al centro hospitalario le inyectaron anestesia para mitigar el dolor de sus extremidades inferiores, al día siguiente al pasar el efecto del medicamento “sentía mucho dolor”, expresa, pero en el hospital por ausencia de médicos y medicamentos no le suministraban nada para disminuirlo.

En la tarde de ese mismo día se presentó su hermano a las horas de visita, al verla en el estado que se encontraba se dirigió a la Hospital CADER donde solicitó ayuda a un médico, luego de la evaluación se le diagnosticó infección por gangrena gaseosa por lo que se refiere a cirugía de amputación transfemoral, ya que el resto de la extremidad inferior derecha se encontraba comprometida por la infección, posteriormente recibió tratamiento de lavados quirúrgicos en el muñón para eliminar toda secuela de la infección.

Ocho días después le realizaron la cirugía reconstructiva de fémur para corregir la fractura de la extremidad inferior izquierda, le colocaron platinas y clavos quirúrgicos para lograr la consolidación ósea.

Los siguientes 70 días permaneció en el centro hospitalario en recuperación, fué dada de alta con la recomendación de no cargar peso al miembro izquierdo por el proceso de consolidación de la fractura por lo que permaneció los siguientes seis

meses en silla de ruedas, posteriormente recibió terapia física de fortalecimiento en la extremidad inferior izquierda y en el muñón.

Luego de un año de terapia se presentó a la Universidad Don Bosco donde le elaboraron la primera prótesis, posteriormente, recibió entrenamiento de marcha durante seis meses, durante la elaboración de su primera prótesis ella se encontraba en período de gestación por lo que al terminar el mismo le fabricaron otra prótesis que es la que actualmente utiliza. El día 17 de octubre de 2005 nuevamente se presentó a la universidad, lugar donde actualmente se elabora su tercer prótesis.

### 6.1.3 Antecedentes personales.

No contributorios.

## 6.2 Examen físico.

### 6.2.1 Inspección.

Rasgos faciales: normales.

Sensorio: paciente orientada en tiempo y espacio.

Postura: normal.

Simetría: conservada.

Alteración de la marcha: inclinación lateral del tronco por claudicación del lado protésico.

Equilibrio: sentado y de pie es bueno.

Peso: 128 libras.

Estatura: 1.65 m.

### 6.2.2 Inspección del muñón:

Nivel de amputación: tercio distal.

Técnica de amputación: myoplastia.

Longitud del muñón óseo: 34 cms.

Circulación: normal.

Consistencia de los tejidos: normal.

Condiciones de la piel: normal.

Capacidad de soportar carga: buena.

Sensibilidad: conservada.

### 6.2.3 Palpación.

El tono, la temperatura, la textura y la turgencia se encuentran normales.

### 6.2.4 Evaluación muscular.

Todos los movimientos de ambas extremidades inferiores, conservan fuerza muscular en grado cinco, según la escala de Cooper.

### 6.2.5 Evaluación articular.

Amplitud articular conservada en ambas extremidades inferiores.

### 6.2.6 Pruebas especiales.

	Extremidad inferior izquierda.	Extremidad inferior derecha
Prueba de Thomas (contractura de cadera en flexión).	Negativa	Negativa
Desviación lateralizada de la columna (Bending test).	Negativa.	Negativa
Ligamento colateral medial (tensión valga).	Estable	-----
Ligamento colateral externo (tensión vara).	Estable	-----

Ligamento cruzado Anterior:	Estable	-----
Ligamento cruzado Posterior:	Estable	-----

### 6.3 Plan terapéutico.

Prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral laminada en resina, sistema de suspensión por válvula de succión, rodilla policéntrica, segmento de pantorrilla y pie SACH.

## Capítulo VII.

### Marco teórico.

Amputación traumática.

## 7 Definición de amputación.

Se puede definir amputación como una resección o remoción completa y definitiva de una parte o totalidad de una extremidad.

Según el mecanismo por el cual se produce la amputación puede clasificarse en dos grandes tipos que son:

- Amputación primaria o traumática. La cual se define como toda amputación producto de un agente traumático.
- Amputación secundaria o quirúrgica. Se define como una amputación programada o electiva, la cual se realiza a través de un acto quirúrgico.

Es preciso mencionar que toda amputación es de tipo irreversible, por ello es preciso determinar con una gran precisión el nivel óptimo de amputación para poder satisfacer las necesidades de la persona. Además debemos tomar en cuenta que ninguna prótesis puede reemplazar al máximo las funciones de una extremidad, por ejemplo la percepción sensitiva, por ello es importante mantener una extremidad que tenga intacta su sensibilidad aún cuando haya desaparecido la función motora. Pero ésta debe estar libre de dolor o poseer un dolor tolerable.

La mayoría de técnicas de amputación empleadas 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.

## 7.1 Causas de amputación.

Existen diversas causas para realizar una amputación sin embargo, podemos agruparlas como sigue:

### 7.1.1 Por deformidades:

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 se debe tener en cuenta dos factores: el económico, pues la corrección quirúrgica de estas deformidades requieren varios actos operatorios posteriores a la primera amputación, y el psíquico, ya que la persona 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.

### 7.1.2 Por Enfermedad.

Neoplasias.

Especialmente 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, sin embargo muy rara vez son tratados mediante amputación.

Enfermedades vasculares.

La falta de circulación en una extremidad 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 o 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.

### 7.1.3 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.

### 7.2 Consideraciones generales de una amputación traumática.

Las lesiones abiertas (complicadas) que afectan al sistema músculo esquelético han sido objeto de escasa atención. Si bien estas lesiones representan solo una escasa proporción de todas las fracturas y lesiones musculoesqueléticas, deben tratarse en forma meticulosa y enérgica, para evitar posibles e innecesarias enfermedades crónicas.

La fractura abierta comporta una lesión esquelética, asociada con desgarro de la piel, tejido subcutáneo subyacente y músculo, que conduce habitualmente al foco de fractura y hematoma contiguo. Si bien se destaca habitualmente la importancia de la continuidad directa entre las lesiones esquelética y cutánea, una fractura en la vecindad de cualquier desgarro debe tratarse como una fractura abierta aun en el

caso en que no se pueda demostrar una comunicación definida. Una vez que se ha eliminado la fuerza lesional deformante, los fragmentos óseos pueden ocultarse por debajo del músculo, por lo que no siempre es fácil hallar la comunicación original. Por el contrario un desgarro hasta el periostio, pero que no produce una fractura ni se asocia con ella, debe considerarse todavía como una lesión esquelética abierta y ser tratada como tal.

La consecuencia específica de una lesión abierta es el peligro de inoculación directa con bacterias procedentes de la piel o del ambiente externo. El tejido traumatizado muestra una mayor propensión para el desarrollo de la lesión y puede infectarse con una cantidad mucho menor de bacterias de la que se requeriría para la instauración de una infección clínicamente significativa en un tejido por otra parte normal.

El despegamiento de partes blandas que tiene lugar en grados variables como consecuencia del traumatismo original, es causa de que las partes blandas y el hueso que recubren sea más susceptible a la infección activa al crear espacios muertos, así como regiones potencial y realmente menos vascularizadas.

Las consecuencias varían según la extensión de la lesión de las partes blandas. Una lesión importante complicada puede incluso indicar la necesidad de una amputación inmediata o tardía.

#### 7.2.1 Exámen de la herida.

Después de que se ha estabilizado el estado general del sujeto, puede estudiarse más reflexivamente la extremidad lesionada. En la evaluación de la gravedad de toda extremidad con una herida abierta, cabe destacar el estado de la irrigación sanguínea distal a la lesión. Es extremadamente importante valorar el estado actual de la piel. ¿Está contaminada con tierra o con fragmentos de tela, o material orgánico?, ¿Existen quemaduras asociadas?, ¿Cuáles son las dimensiones de la

herida?, ¿Está rodeada de tejido contusionado, erosionado o despegado de su lecho aponeurótico? La exploración manual de la profundidad de la herida está contraindicada en este momento, puesto que estas heridas deben tratarse en una sala de operaciones, en donde es posible llevar a cabo una inspección y desbridamiento meticulosos. Además, puede existir una considerable formación de coágulos en el interior de la herida, y la exploración manual puede ser causa de reanudación de una hemorragia venosa o arterial que se ha detenido espontáneamente.

### 7.2.2 Desbridamiento.

El objetivo básico del tratamiento de las heridas abiertas es la conversión de una herida contaminada en una herida limpia y eventualmente cerrada. El desbridamiento se lleva a cabo para conseguir la extirpación de fragmentos de material extraño, tejido necrótico y restos que puedan hallarse en la herida. En los casos inciertos, en particular cuando se debe adoptar la decisión acerca de proceder a la amputación de una extremidad gravemente traumatizada, el desbridamiento adecuado suele representar el medio más efectivo de evaluación de la extensión global de las lesiones, e incluso puede hacer factible salvar parte de la extremidad.

### 7.2.3 Músculo.

Los músculos tienden a responder en una forma diferente que la piel al traumatismo directo y pueden desarrollar áreas localizadas de tejidos desvitalizados que pueden pasar inadvertidos con facilidad. Este tejido desvitalizado representa un excelente medio de cultivo para el subsiguiente crecimiento bacteriano, en especial las infecciones producidas por microorganismos anaerobios y facultativamente anaerobios. Si se ha producido una lesión significativa del aporte arterial principal de un músculo gravemente lesionado, puede ser necesario reseca la totalidad del músculo.

#### 7.2.4 Infección por clostridios.

Las infecciones por clostridios (como la gangrena gaseosa) o infecciones similares debidas a bacterias facultativas o completamente anaeróbicas, pueden llegar a ser significativas incluso en los planos hísticos más superficiales. Las infecciones por clostridios son inadvertidas con frecuencia y consideradas como problemas insignificantes en poblaciones civiles.

Los síntomas de estas infecciones evolucionan en forma insidiosa y la naturaleza grave de la complicación no se revela, por lo general, hasta dos o tres días después del traumatismo. Una vez iniciado el proceso el curso de la enfermedad es rápido. El síntoma más temprano es la aparición de dolor en el área afecta seguido de escalofríos, taquicardia, confusión y otros signos evidentes de toxemia. En las fases tempranas la piel que rodea la herida se presenta fría y bastante edematosa, pero raras veces se aprecia crepitación. Mas tarde la piel pierde su coloración, aparece crepitación y se produce la exudación de un líquido pardo seroso por la herida.

### 7.3 Descripción de la prótesis.

#### 7.3.1 Introducción.

Ya se ha señalado anteriormente que la extremidad inferior forma una unidad anatomico funcional cuya misión fundamental es realizar el apoyo en la estática (bipedestación) y en la dinámica (marcha, carrera, etc.). Junto a esta misión fundamental de apoyo se puede citar otras funciones importantes de las extremidades inferiores ligadas a lo anterior, como son la amortiguación de los impactos y las fuerzas del peso corporal, lograr la estabilidad de la extremidad durante el apoyo y conseguir la progresión del centro de gravedad corporal durante la marcha. Para que las extremidades inferiores puedan llevar a cabo su función, se necesita una gran movilidad de las articulaciones, al tiempo que una buena

estabilidad articular, para evitar el colapso de las mismas durante el apoyo, o la posibilidad de lesiones mecánicas articulares por inestabilidad. Finalmente por idénticos motivos, se necesita una correcta alineación de las extremidades inferiores. De este modo podrán tener lugar las actividades funcionales requeridas a este nivel, como son la bipedestación, la deambulación, la sedestación, las transferencias, los cambios de posición y otras actividades de la vida diaria.

Cuando se produce una amputación de la extremidad inferior, salvo que sea una amputación menor, se pierden todas estas funciones; se pierde la capacidad de apoyo, tanto en bipedestación como durante la marcha; se pierde también la capacidad motora dinámica de impulso y de frenado; la información sensitiva; la capacidad de amortiguación de impactos, y la adaptación de la longitud de ambas extremidades. En estas circunstancias, para recuperar la capacidad de bipedestación, de marcha y de transferencias, es necesario llevar a cabo un proceso de rehabilitación y protetización adecuados.

Los objetivos terapéuticos de cualquier prótesis de la extremidad inferior serán funcionales, estéticos y psicológicos. Aunque todos ellos son importantes, son especialmente destacables los objetivos funcionales, ya que facilitarán la mejor consecución del resto. Entre los objetivos estéticos estará restituir el aspecto corporal externo que se pierde con la amputación, mientras que entre los objetivos psicológicos estará el restablecimiento de la imagen corporal y la superación de los sentimientos de pérdida que toda amputación conlleva.

### 7.3.2 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 (en este caso se busca la función óptima de la articulación de cadera). El "nivel ideal" es aquel que conserva una buena movilidad, fuerza y buen brazo de palanca y que permite la adaptación y manejo de la prótesis, aunque

muchas veces el nivel lo determina la extensión de la lesión o enfermedad que compromete la extremidad.

### 7.3.3 Clasificación de amputaciones.

#### Amputaciones de pie.

- Amputación del antepié.
- Amputación de Lisfranc.
- Amputación de Chopart.
- Amputaciones de Syme y Pirogoff.

#### Amputaciones transtibiales.

- Amputación del tercio distal de la tibia.
- Amputación del tercio medio de la tibia.
- Amputación del tercio proximal de la tibia.

#### Desarticulación de rodilla o completa de pierna.

#### Amputaciones transfemorales.

- Amputación del tercio distal del muslo.
- Amputación del tercio medio del muslo.

#### Amputaciones de pelvis.

- Hemipelvectomía (parcial de pelvis).
- Hemicorporectomía (completa de pelvis).

#### 7.3.4 Tratamiento.

Después del período de recuperación y de rehabilitación física es necesario orientar el tratamiento hacia la protetización, la cual debe ser lo más pronto posible. Por ello el tratamiento de ser posible, debería ser determinado por el equipo multidisciplinario, desde el momento de la amputación hasta la fase final que sería la protetización.

#### 7.3.5 Objetivos del tratamiento protésico.

- Obtener la bipedestación. La protetización permite que el usuario adopte una posición de bipedestación, permitiéndole tener libres sus extremidades superiores.
- Realizar la marcha con apoyo bipodal lo más parecido posible a la marcha anatómica normal.
- Si las condiciones físicas del usuario y las características del muñón lo permiten, poder realizar carreras y saltos.
- Restitución de la cosmética al recuperar una marcha correcta y armónica, al mismo tiempo que se consigue la simetría corporal.

#### 7.3.6 Biomecánica del alojamiento del muñón.

Los requisitos básicos que debe de cumplir la cuenca protésica 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).

### 7.3.7 Condiciones a la que están sujetas las prótesis.

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.

Condiciones fisiopatológicas: describen la situación del muñón.

- Nivel de amputación adecuado.
- Muñón estable.
- Conservación del balance articular de las articulaciones proximales al muñón.
- Potencia muscular óptima la cual 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 le 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 de la extremidad contralateral.

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 de la cuenca.
- Análisis de la marcha.
- Diseños especiales de fabricación.
- Especificación de los fabricantes.

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).

#### 7.3.8 Principios biomecánicos de las prótesis para amputaciones transfemorales.

Las consecuencias de una amputación de la extremidad inferior a nivel transfemoral son, entre otras, la pérdida de las articulaciones del pie, tobillo y rodilla. La pérdida funcional sufrida por la ausencia de la articulación de la rodilla es considerable, ya

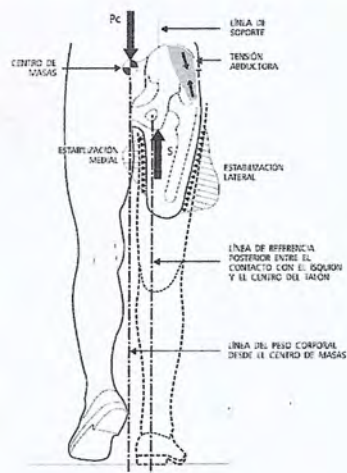
que tiene una gran importancia en la locomoción normal. Pero además la amputación a nivel transfemoral también supone la sección de los músculos aductores, del cuádriceps y de los isquiotibiales.

Los músculos abductores, que se insertan en el trocánter mayor, por encima del nivel de amputación, ven perjudicada su función, en especial en los muñones cortos.

#### 7.4 Aportaciones en torno a la prótesis transfemoral.

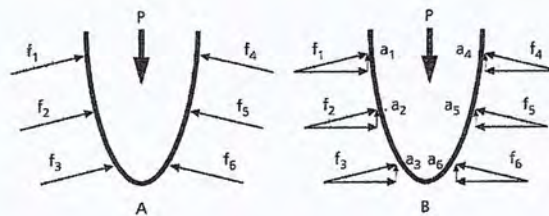
##### 7.4.1 Cuenca de las prótesis transfemorales.

En las prótesis transfemorales la cuenca más utilizada es la cuenca cuadrilateral de apoyo isquiático. Las fuerzas que actúan en la interfase muñón – prótesis son una parte esencial del éxito en la adaptación y alineación de una prótesis transfemoral.



En la figura anterior, se ilustra en una vista posterior, el patrón de fuerzas que actúa sobre el muñón cuando el amputado camina con una prótesis transfemoral con apoyo isquiático, en el instante en que todo el peso corporal es soportado por la prótesis, utilizando correctamente su musculatura abductora para estabilizar la pelvis lateralmente, y asumiendo que realiza una marcha con apariencia y anchura del paso normal.

Son varias las zonas de la cuenca que contribuyen al soporte de las fuerzas verticales, lo cual hace que el equilibrio sea más estable. Aproximadamente un tercio del apoyo se logra por el firme contacto con el glúteo mayor. También contribuye el borde anterior, en cantidad variable según la adaptación individual de la cuenca. No obstante, en la cuenca transfemoral de apoyo isquiático se asume que la zona de mayor apoyo vertical es el punto de contacto con la tuberosidad isquiática.



Esquema de la distribución de fuerzas de soporte verticales en una cuenca transfemoral.

Estabilidad medio lateral en las prótesis transfemorales.

Si esta fuerza de soporte, fuera la única que actúa sobre el amputado, el peso corporal, actuando verticalmente hacia abajo desde el centro de las masas, crearía un momento que tiende a inclinar la pelvis hacia el lado descargado. El amputado intentaría este movimiento mediante la contracción de la musculatura abductora de la cadera. La contracción del glúteo medio provocaría una fuerza que motivaría un movimiento lateral de la parte distal del muñón dentro de la cuenca, hasta que contactara con la pared lateral de la cuenca, apareciendo fuerzas de estabilización en la zona lateral distal y en la zona medial proximal. Si la cuenca ha sido diseñada teniendo en cuenta tal acción, el movimiento lateral del mismo se bloquearía tras un pequeño movimiento del fémur, mediante una presión confortable y ampliamente distribuida contra ambas caras del muñón.

Si esta acción no se ha previsto y la cuenca no proporciona la estabilización lateral, es típico que el muñón sufra una abducción excesiva dentro de la cuenca.

Este movimiento tiene dos efectos adversos: se cortan los músculos abductores disminuyendo su capacidad para generar tensión y, lo que es peor, se concentra la presión entre el muñón y la cuenca en una pequeña área localizada en la zona distal del hueso seccionado, ocasionando un punto de contacto doloroso. En estas circunstancias el amputado reacciona adoptando una marcha que evite esta presión dolorosa. Para ello ensancha el paso y se inclina sobre la prótesis. Con ello se logra aproximar la línea del peso corporal, que pasa por el centro de masas, a una posición más cercana a la línea de soporte (línea de acción de la fuerza de reacción). Cuando ambas líneas coinciden, el tronco puede equilibrarse sobre la prótesis con un mínimo de tensión abductora, con lo cual desaparece la necesidad de las fuerzas de estabilización lateral sobre el muñón. Sin embargo, cuando la cuenca se ha diseñado correctamente, respetando los principios de una adecuada adaptación, el amputado transfemoral con un muñón de longitud media es capaz de caminar de forma más normal, sin inclinarse sobre la prótesis que recibe la carga.

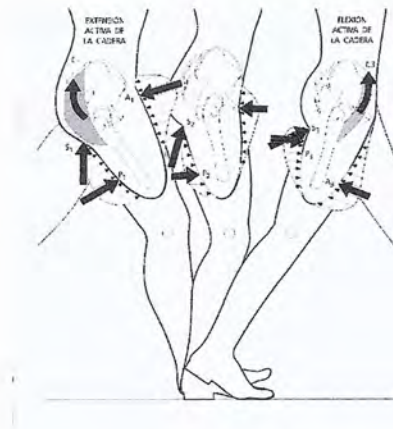
Las cuencas construidas para muñones largos, en comparación con los de los cortos, son más efectivas al proporcionar una mayor estabilización lateral, debido a la existencia de un mayor brazo de palanca y de una mayor superficie de contacto. Ambos factores reducen la cuantía de las presiones de contacto y proporcionan una mayor comodidad. En los amputados con muñones muy cortos, debido a la inevitable concentración de fuerzas sobre la zona distal del fémur, suelen frustrarse los intentos de lograr una marcha con anchura normal del paso.

Para ello, puede ser aconsejable construir la prótesis con un acortamiento de hasta 1 cm, para facilitar al amputado el transporte de su centro de masas directamente sobre la línea de soporte de la cuenca.

Uno de los objetivos más importantes del proceso de adaptación de la cuenca es evitar el contacto de la rama púbica con el borde medial de la misma, lo cual es indeseable y sería doloroso. Esto se puede conseguir localizando, correctamente y con precisión, la tuberosidad isquiática sobre el borde posterior de la cuenca. Al conseguir una correcta estabilización medio lateral, también se minimizarán los desplazamientos mediales de la tuberosidad isquiática, evitando roces y abrasiones dolorosas en la piel de esta zona importante de apoyo.

Estabilidad antero – posterior en las prótesis transfemorales.

En la siguiente figura se muestra el patrón de las fuerzas antero – posteriores que actúan entre muñón y cuenca de una prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral. Se muestran los tres instantes básicos de la marcha durante la fase de apoyo.



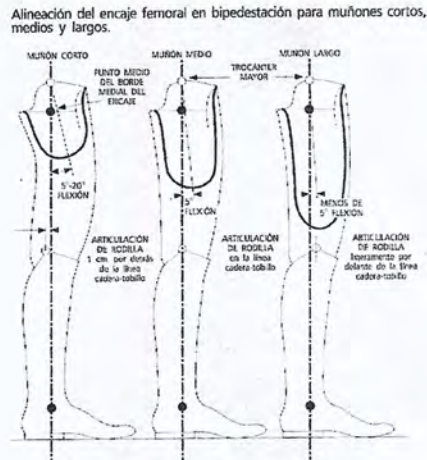
Nótese que cuando el muñón se extiende para mantener la rodilla en una posición estable, las fuerzas muñón – cuenca actúan proximalmente sobre la superficie anterior del muñón, y distalmente sobre la superficie posterior del mismo. Es esencial que la fuerza anterior actúe tan fuerte como sea posible por dos razones: primero, para hacer uso de toda la longitud funcional del muñón que controle la estabilidad de la rodilla y, segundo, para mantener la tuberosidad isquiática en una

posición adecuada sobre el borde posterior de la cuenca. El borde anterior de la cuenca debe tener una altura que permita al amputado sentarse y suele corresponder al borde inguinal. Si el borde anterior queda demasiado bajo, puede pellizcar la piel en esta zona. Si está demasiado alto restringirá la flexión de la cadera al contactar con la espina iliaca antero superior, o con la pared abdominal anterior.

En la figura anterior, se observa que existe básicamente el mismo patrón de fuerzas durante la fase de contacto de talón y durante la fase media de apoyo. En el momento de despegue del talón, tiene lugar un cambio. La acción de los músculos de cadera cambia de dirección para lograr la flexión de la rodilla durante la fase de oscilación. Esta flexión activa de la cadera tiene lugar antes de que el peso haya sido transferido completamente desde la prótesis al lado opuesto, en este instante, la prótesis, mediante la fuerza ejercida a través de la tuberosidad isquiática, contribuye al adelantamiento del miembro.

Además de la correcta adaptación del borde anterior de la cuenca para que se sitúe correctamente el apoyo isquiático, otro factor que proporciona un control voluntario de la rodilla de forma eficiente, es alinear la cuenca en una posición de flexión inicial con respecto a la línea cadera – tobillo. Este procedimiento reporta los siguientes beneficios: la musculatura extensora de cadera se coloca en una posición favorable para controlar la estabilidad de rodilla mediante una extensión activa; el glúteo mayor se coloca en una posición más favorable para apoyarse sobre el borde posterior de la cuenca; hay menor tendencia a empujar el isquion fuera de su asiento en la fase de despegue del talón, y se minimiza el desarrollo de una hiperlordosis lumbar, particularmente cuando existe una retracción en flexión. El único inconveniente de este procedimiento es de índole estético: los muñones largos no se pueden adaptar tan fácilmente en flexión como los muñones cortos. Sin embargo, como son los muñones cortos los que más se benefician de esta posición en flexión de la cuenca, los problemas estéticos no suelen ser importantes.

La siguiente figura, muestra la alineación sugerida para muñones cortos, medios y largos. Estos diagramas tan solo representan una orientación, ya que será diferente según cada amputado y según el mecanismo de rodilla utilizado.

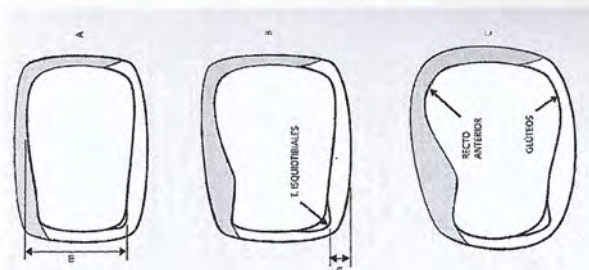


#### 7.4.2 Moldeado de la cuenca cuadrilateral en las prótesis transfemorales.

El moldeado de la cuenca cuadrilateral no es un duplicado del muñón, sino que los tejidos blandos deben ser comprimidos en las zonas que puedan tolerar mayores presiones, es decir, en el área del triángulo de escarpa, en la cara anterior del muñón y en el borde posterior de la región glútea. Las regiones musculares, como el recto anterior, y las zonas tendinosas, como los tendones isquiotibiales o el aductor mayor, deben acomodarse en canales apropiados de la cuenca para evitar una presión excesiva.

La dimensión de la pared medial de la cuenca viene determinada por la distancia que hay entre el isquion y el aductor mayor. Es importante ajustar con precisión esa distancia, procurando que no sea excesiva, pues de lo contrario permitiría el deslizamiento anterior del isquion durante la fase de apoyo y el consiguiente contacto doloroso de la rama púbica con el borde medial de la cuenca.

En la figura vemos, el moldeado de un muñón blando con abundante cantidad de tejido celular subcutáneo. Tendremos que conseguir una ligera disminución en la dimensión anteroposterior, para mantener el isquion en su posición correcta. En B, se representa un muñón de musculatura normal. Nótese la disminución de la dimensión, para liberar los isquiotibiales de una presión excesiva, lo cuál motivará a una mayor comodidad al sentarse. En C, se ilustra el moldeado de un muñón muy musculoso. En este caso se deberán redondear las paredes para acomodar el gran desarrollo muscular y se modelaran los canales internos apropiados para los tendones isquiotibiales.



No obstante lo anterior, siempre debemos considerar el aspecto tridimensional de la cuenca, procurando una adecuada adaptación en la totalidad del mismo. A pesar de los grandes cambios de presión producidos en la interfase muñón – cuenca durante el ciclo de la marcha, cuando la adaptación es correcta, estas presiones se toleran confortablemente durante largos periodos de tiempo.

#### 7.4.3 Tareas de la cuenca de la prótesis.

La cuenca de una prótesis transfemoral, tiene que cumplir cuatro tareas fundamentales:

- Recepción del volumen del muñón.
- Transmisión de carga y fuerza (en estática y cinética).
- Transmisión de movimiento (cinemática).
- Adhesión de la prótesis al muñón.

Movimiento, aceleración, protección de articulaciones, transmisión de carga del cuerpo al suelo, son transferencias de fuerzas. La cuenca debe ser adecuada para transferir dichas fuerzas directamente y sin pérdidas, pero también sin ocasionar molestias.

Por eso la cuenca se origina en una “forma a propósito”, que no es idéntica a la forma anatómica del muñón, pero que no obstante considera adecuadamente las estructuras anatómico-fisiológicas.

#### 7.4.4 Mecanismos de adhesión.

En la protésica transfemoral, se distinguen los siguientes mecanismos adhesivos entre la cuenca y el muñón:

- Adhesión por medio de la compresión de las partes blandas y desplazamiento del volumen.
- Adhesión por medio de tensión elástica longitudinal.
- Adhesión por medio de fricción adhesiva.
- Adhesión por medio de presión pasiva de los tejidos.
- Adhesión por medio de tensión muscular.
- Adhesión por medio de hipotensión (presión negativa).
- Adhesión por medio de dispositivos de apoyo.
- Adhesión por medio de la compresión de las partes blandas y desplazamiento del volumen.

Una cuenca transfemoral tiene un diámetro reducido respecto a la circunferencia del muñón a nivel proximal. Partes pequeñas de esta reducción del corte transversal probablemente actúan comprimiendo elásticamente estructuras comprimibles bajo la piel. Sin embargo, la parte más grande de esta reducción no actúa comprimiendo sino desplazando el volumen. Como sabemos la célula biológica, y el muñón consiste en una multiplicidad de células, no tienen el carácter de un resorte compresible, sino el carácter de una ampolla miniatura llena de líquido con paredes flexibles. Sin embargo los líquidos no son compresibles.

La reducción transversal en la cuenca de la prótesis, por consiguiente causa un desplazamiento del volumen de los tejidos de la piel, de la grasa y del músculo en dirección distal o proximal. El desplazamiento proximal debe evitarse por razones funcionales. Una cuenca debe recibir el volumen desplazado al interior de la cuenca.

Adhesión por medio de tensión elástica longitudinal.

La musculatura puede contraerse activamente y dejarse estirar pasivamente. En dirección longitudinal, un músculo puede entenderse como un una hoja de resorte elástico. El método de replegar el volumen del músculo en la cuenca de la prótesis estira la musculatura en dirección longitudinal (orientación distal) elásticamente contra la propia fuerza de retorno. Causada por la fricción adhesiva entre la piel y las paredes de la cuenca se origina un "anclaje" elástico que, neutralizando la gravedad, afianza el muñón en la cuenca.

Adhesión por medio de fricción adhesiva:

Entre las paredes lisas de la cuenca y la piel humana, se origina un coeficiente de fricción adhesiva. Entre otras cosas este coeficiente es dependiente del contenido de humedad de la piel. La piel seca tiene un coeficiente de fricción más bajo, la piel húmeda uno más alto. La transpiración excesiva sin embargo introduce una película

de líquido entre la piel y las paredes de la cuenca, eliminando así la fricción adhesiva.

**Adhesión por medio de presión (separación) pasivo de los tejidos:**

Las cuencas de desarticulación de rodilla y las cuencas de la prótesis transtibiales pueden “enclavarse” o “colgarse” mecánicamente al muñón a través de una armazón supracondilar. Esto no es posible con la amputación transfemoral. No obstante la formación a propósito de la pared de la cuenca puede crear hondonadas cóncavas en las que es colocado el tejido desplazado. Sin la contracción activa de músculos involucrados, dichas hondonadas pueden actuar como “anclaje” biomecánico. Este anclaje se vuelve más eficiente con la tensión activa del músculo.

**Adhesión por medio de tensión muscular:**

Por medio de la formación a propósito de la pared de la cuenca se crean hondonadas musculares, que directamente acogen a determinados grupos de músculos. La contracción activa y con ella el intento de acortar el músculo con aumento de su volumen fortalece la presión de apriete en las paredes de la cuenca y refuerza, a través de tensión radial, el efecto de “anclaje” biomecánico.

**Adhesión por medio de hipotensión (presión negativa):**

Se puede comparar el muñón en la cuenca de la prótesis con un pistón deslizante en un cilindro. El volumen distal de la cuenca está separado herméticamente del mundo externo, cuando se cierra por medio de una válvula.

Cada penetración subsiguiente del muñón en dirección distal en la cuenca reduce el volumen en la parte inferior del muñón y aumenta la presión. Viceversa cada movimiento del muñón en dirección craneal, partiendo de la cuenca, aumenta el

volumen de la parte inferior del muñón y disminuye así la presión, por consiguiente crea una presión negativa.

Al operar la válvula, la presión en el volumen distal de la cuenca se acomoda a la presión atmosférica. En el proceso de marcha, la presión fluctúa en la fase de carga y descarga a través del pequeño movimiento de bombeo del muñón en la cuenca, entre valores de presión positivo y negativo alrededor del valor neutro. Los valores de presión positivos funcionan como “amortiguadores” y apoyan el reflujo venoso, simultáneamente actúan sin embargo en contra de la adhesión.

Los valores de presión negativos actúan succionando el muñón hacia la cuenca, desgraciadamente también contribuyen en la formación de edemas distales. El efecto de presión negativa por consiguiente apoya la adhesión, pero debe restringirse ampliamente debido a sus efectos colaterales.

Por esta razón, es necesario tener un contacto total del muñón en su parte distal a fin de evitar una presión negativa fuerte y evitar el impedimento de reflujo sanguíneo

Los usuarios con músculos fuertes pueden caminar sin la válvula de hipotensión, no obstante se les pondrá una válvula con una prótesis de contacto total.

**Adhesión por medio de dispositivos de apoyo:**

Si por las más diversas razones no se pueden utilizar los mecanismos de sujeción antes mencionados, debemos colocar cinturones de sujeción como portadores de hombro, vendaje silesiano y cinturón pélvico. El tecnólogo ortopeda querrá demostrar la calidad de la cuenca producida y tendrá la tentación de prescindir de dichos dispositivos de apoyo. Sería sin embargo una ambición mal entendida privar del

beneficio de tales dispositivos sobre todo en usuarios geriátricos o en otros casos problemáticos.

#### 7.4.5 Áreas de acomodamiento del muñón.

Se distinguen las siguientes áreas verticales:

- Área de la base del anillo (sección transversal hasta 5-6 cm. debajo de la base del isquion).
- Área de mando (debajo de la base del anillo hasta aproximadamente 2/3 de la longitud de la cuenca).
- Área del borde del muñón (tercio distal y final del muñón).

El área de la base del anillo.

Esta forma surge con desviaciones individuales a través de las circunstancias anatómicas. Las dimensiones ilustradas del borde de la cuenca deben ser vistas como valores normales que pueden cambiarse ligeramente dependiendo de la situación del muñón; así que puede aumentarse la altura lateral, por ejemplo en el caso de un muñón muy corto. La base del isquion está ubicada horizontalmente y debe estar redondeada porque desplaza los tendones del músculo bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso hacia adentro (adelante). Un aumento ligero de la superficie de apoyo evita la carga en forma de puntos y sigue de manera cercana el radio del isquion alrededor de la articulación de la cadera.

Frente al apoyo isquiático está situada la contrapresión anterior en la cuenca. Su punto más profundo se ubica 1cm más arriba que el apoyo isquiático y el borde anterior termina entre 2.5 – 3.5 cm sobre el nivel del isquion. Al sentarse, el borde anterior se acondiciona en la flexión de la ingle y contra la espina iliaca antero -

superior. La contrapresión anterior no debe ser formada extensivamente, de lo contrario se crea una presión demasiado grande en los vasos de la pierna (arteria y vena femoral).

El borde perineal es entre 1 y 1.5 cm más bajo que el apoyo isquiático para evitar un contacto con la rama púbica.

El área de mando.

Conforma el apoyo lateral del fémur. Su forma ovo longitudinal sirve para crear una "pinza" sobre el muñón, en esta área se forma el empalme femoral el cual ejecuta una fuerza sobre el muñón para mantenerlo en posición de aducción lo cual es importante en la marcha ya que se evita el movimiento de abducción que se da en los muñones por el desequilibrio muscular que se da posterior a una cirugía.

El área de borde del muñón.

Para la cuenca de contacto, se configura la cuenca de forma cerrada, donde la válvula debe ubicarse tan lateral o medialmente dependiendo esto de la dominancia que presente cada usuario. Para evitar zonas de presión y edemas de ventana, debe ser cerrado por una extensión de la válvula.

#### 7.4.6 Justificación de la forma de anillo de la base ovo-transversal.

La base del anillo ovo-transversal tiene en cuenta grandemente las realidades anatómicas del muñón. Esta tiene por medio de la base del isquion una forma a propósito, que debe desplazar la musculatura. Especialmente se refiere esto al músculo semimembranoso, al semitendinoso y al bíceps femoral, que deben ponerse sobre el borde posterior de la cuenca, de modo que se pueda asentar el isquion.

Para este grupo muscular se crea debajo de la base del isquion un acondicionamiento cóncavo. Ya que el punto de contacto del borde del

isquion/cuenca queda detrás de la articulación de la cadera, se origina un momento giratorio de flexión sobre la pelvis.

Las presiones sobre la concavidad del glúteo y del recto dependen del estado de entrenamiento así como del estado de atrofia de los músculos.

La base del isquion debe estar horizontal, para evitar desplazamientos mediolaterales del isquion.

#### 7.4.7 Sistemas de acondicionamiento del muñón.

Se distinguen los siguientes sistemas de acondicionamiento del muñón:

- Acondicionamiento del muñón con cuenca de borde abierto.
- Acondicionamiento del muñón con cuenca de succión.
- Acondicionamiento del muñón con cuenca adhesiva.
- Acondicionamiento del muñón con cuenca de contacto adhesiva.
- Acondicionamiento del muñón con cuenca de contacto.
- Acondicionamiento del muñón con cuenca de contacto flexible.

Acondicionamiento del muñón con cuenca de contacto (con contacto distal rígido)

La cuenca de contacto corresponde en su área de mando y base del anillo al de las cuencas de contacto adhesiva y cuencas adhesivas.

En la cuenca de contacto, sin embargo, se encuentra la entera superficie del muñón incluyendo el área distal del muñón en contacto directo con la pared de la cuenca.

Para ello es necesaria una situación favorable de la cicatriz, así como una musculatura activa y poderosa. Las alteraciones de la piel del muñón que impiden el contacto distal son contraindicaciones.

El contacto de carga sobre toda la superficie del muñón reduce la presión media por unidad de superficie y alivia por consiguiente las hasta ahora zonas de la piel sobrecargadas.

Este alivio de hecho tiene sus límites, ya que el contacto distal del muñón sólo puede servir en raros casos de transmisión de fuerzas verticales. El contacto distal debe ser visto más bien como precomprensión del muñón con limitada función de transferencia de carga.

La tendencia del borde del muñón a edematizarse se limita. El proceso de deslizamiento entre el muñón y la cuenca está reducido y consecuentemente puede llevar a la formación de irritaciones y lesiones de la piel. Un cierto movimiento se origina dentro del muñón entre el tejido del muñón y la parte ósea de la cuenca que conduce a que en la fase de balance (oscilación) sea succionada sangre en el muñón y se bombea de nuevo hacia fuera en la fase de apoyo. Este proceso tan crucial sólo es entonces posible, cuando la compresión de la pared del acondicionamiento del muñón actúa abarcando todo como soporte de contrapresión.

#### 7.4.8 Ventajas del contacto del extremo distal del muñón:

- Se logra una mayor propiocepción.
- Favorece la circulación en el extremo distal del muñón.
- Evita edemas del muñón.
- Se anula la aparición de coloraciones y queratosis.
- Influencia favorable sobre los dolores fantasmas.
- Distribución de la presión en toda la superficie del muñón.

#### 7.4.9 Las válvulas y su ubicación.

En una cuenca de contacto la válvula debe encontrarse en principio centralmente, en todo caso en la posición más profunda del piso de la cuenca. Existe entonces la posibilidad, de meter las partes blandas uniforme y centralmente en la cuenca. Es insignificante el lado de salida de la válvula. Esto se hace según la necesidad del usuario, que por ejemplo se ve determinado por eventuales discapacidades de la mano, limitaciones generales de movimiento y de la dominancia (izquierdo o derecho).

Una persona diestra, quién haya sido amputada a nivel transfemoral izquierdo, requiere la válvula más bien en el lado medial que en el lateral de la prótesis.

En la cuenca de contacto es importante cerrar el agujero interno de la válvula, ya que en contactos fuertes del borde del muñón se pueden dar edemas de agujero o irritaciones de la piel en el borde del agujero.

#### 7.5 Articulaciones protésicas de rodilla.

Las articulaciones protésicas de rodilla pueden subdividirse en dos categorías principales. Estas categorías son:

- Articulación de rodilla monocéntrica.
- Articulación de rodilla policéntrica.

Las articulaciones de rodilla monocéntricas disponen de un solo eje de articulación para la flexión y extensión y por consecuencia un solo centro de rotación (el punto medio del eje).

Las articulaciones de rodilla policéntricas disponen de una multiplicidad de centros giratorios, los que sin embargo no son idénticos a los centros de los ejes que lo componen. Es cierto que cada uno de los ejes rota durante el movimiento de flexión y extensión sobre su propio eje, pero el concepto de policentricidad considera a la articulación de la rodilla como un conjunto. La parte superior de la articulación y la parte inferior de la articulación no realizan un movimiento simple de rotación sobre un centro de rotación, si no que realizan una combinación de rotación y translación. Esta forma de movimiento se define como “traslador rotatorio”, similar al movimiento anatómico humano.

## 7.6 Articulaciones de rodilla policéntricas.

Frecuentemente se utilizan las llamadas articulaciones de cuatro ejes en articulaciones protésicas de rodilla. La conducta policéntrica de tales mecanismos de articulación ofrece además la posibilidad de ser instalados también en prótesis de desarticulación de rodilla.

Una articulación de rodilla policéntrica ofrece al usuario una función mejorada. Si la rodilla se flexiona, entonces se cambia el centro momentáneo del movimiento de rotación entre el muslo y la pierna de manera que se alcanza una seguridad mejorada de la rodilla y un área ampliada de flexión de la articulación.

La característica de cada articulación de la rodilla puede describirse a través de cuatro factores unidos entre sí:

- El punto actual de rotación de la rodilla.
- La línea de carga.
- El momento de bloqueo o de rotación que se genera por la rodilla.

- El momento de la cadera que el usuario ejecuta arbitrariamente.

## 7.7 Pies protésicos.

Los pies protésicos se dividen según sus propiedades funcionales en:

- Pílon.
- Pies rígidos sin articulación.
- Pies flexibles sin articulación.
- Pies flexibles sin articulación con propiedades de acumulación de energía.
- Pies con articulación uniaxial.
- Pies con articulación multiaxial.
- Pies con mando hidráulico.

### 7.7.1 Pies flexibles sin articulación.

Están formados en el área del tobillo y del tarso, por un núcleo interno de madera o de láminas de carbón que ha sido cubierto con espuma integral en forma de pie. El pie se conoce comercialmente con el nombre de pie SACH (Solid Ankle Cushion Heel) y como tal se ha difundido a nivel mundial.

En el área del talón esta provisto de una cuña de espuma de poliuretano más suave, la cual amortigua el golpe del talón en la fase de apoyo y proporciona al pie, bajo compresión del talón un movimiento similar al de la flexión plantar.



### 7.8.1 La construcción estática.

La línea de referencia de la construcción corresponde a una plomada, que entra en el área de la base del anillo en la prótesis y, luego del recorrido vertical en dirección distal, sale de nuevo a nivel de la planta del pie de la prótesis. Semejante línea puede representarse en la construcción de la prótesis a través de líneas de intersección de superficies. Cada uno de estos bordes de superficie es una doble plomada en la caja de alineación. En la placa base de la caja de alineación, las líneas de conexión se representan (los bordes de superficie inferiores) a través de una cruz de línea.

La plomada “p” corresponde al aspecto dorsal, la plomada “a” corresponde al aspecto frontal. Las plomadas “m” y “l” corresponden a los aspectos medial y lateral. Ya que la propia línea de construcción no es representable, se representa alternativamente por la proyección de las plomadas en la prótesis.

Durante la toma de marcaciones de la plomada doble, se usan estas dos ópticamente para congruencia. Los componentes se ordenan en la placa base, dentro de las superficies de referencia (dentro de las plomadas dobles congruentes), según las pautas de construcción. Los componentes se ubican y se fijan de acuerdo a la plomada.

El orden de colocación de los componentes se divide en:

Ordenamiento del pie y tobillo.

Ordenamiento de la rodilla y pantorrilla.

Ordenamiento de la cuenca.

El talón se pone sobre un alza a la altura medida del tacón. El eje del tobillo está en posición horizontal.

Plomada "p": La plomada "p" pasa a través de la mitad del talón.

Plomada "a": La plomada "a" pasa entre el primer y segundo dedo del pie protésico, de acuerdo con una posición del pie hacia afuera en un total aproximado de 12°. Los ejes mecánicos del tobillo de una articulación del pie están rotados aproximadamente 5° hacia fuera, pues constructivamente ya han sido considerados 7° de rotación externa en la articulación del pie.

Plomada "m" / Plomada "l": Según las tablas de construcción de cada tipo de pie. Se ajusta ópticamente la plomada. Para el caso de pie SACH la plomada debe pasar 1cm por delante del tercio posterior.

Si es necesario se lija adecuadamente la superficie inferior de unión de los componentes de la pantorrilla en la pulidora vertical.

Plomada "a" / Plomada "p": Corre a través de la mitad del eje de la rodilla.

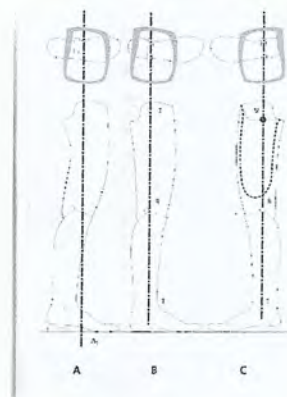
Plomada "m" / Plomada "l": Primer ajuste: El eje de la rodilla (para articulación monocéntrica) o los puntos de referencia (para articulación policéntrica) se ubican, según las tablas de construcción (monocéntrica +-1-2cm.). En el primer ajuste, la distancia entre la línea de referencia y el punto de rotación así como entre la línea de referencia y el punto de referencia es idéntica medial y lateralmente. Las líneas de plomada son marcadas.

Segundo ajuste: El eje de la rodilla puede construirse en una rotación hacia afuera de hasta 5°.

La práctica muestra que la rotación externa trae ventajas, especialmente en los usuarios menos dinámicos y más viejos, ya que éstos no pueden realizar la rotación necesaria hacia afuera desde la cadera en el alcance requerido en el modelo de paso del lado de la prótesis. Si se decide por una rotación hacia afuera, la parte de ajuste de la cuenca con la rodilla se gira cuidadosamente hacia afuera, sin desplazarla, y se reajusta la rotación del pie.

Se debe considerar que el eje mecánico de una articulación policéntrica está situado a la misma altura de la ranura palpable de la articulación de la extremidad contralateral y con eso por lo menos a la altura del punto fisiológico de rotación de la rodilla. Las construcciones de articulación policéntricas se ordenan en su altura de construcción según características cosméticas (altura de la base). El punto de rotación de todas maneras está desplazado constructivamente en dirección craneal.

En la cuenca las líneas de plomada "a-p" cortan el área de mando en 40 % medial y 60% lateral, y la plomada "m-l" pasa sobre la pared lateral dividiendo la misma e 50% anterior y 50% posterior.



### 7.8.2 Prueba de marcha y ajuste dinámico.

Tal como ya se ha resaltado con suficiente énfasis, tanto los valores de construcción de la cuenca como las instrucciones sobre el orden de los componentes, son resultado de numerosos análisis de la construcción de prótesis. Quiere decir que todas las instrucciones son valores promedio estadísticos, que se acercan mucho y con bastante frecuencia a la mejor construcción específica del respectivo usuario, sin tener obligatoriamente que ser exactas.

La base del ajuste dinámico es un análisis de la marcha y de errores en la construcción estática que durante la prueba dinámica se han detectado. Aquí la declaración del usuario puede ayudar en esta optimización. La prueba de marcha y el ajuste dinámico no se agotan en inclinaciones, traslados y rotación de los componentes, sino que hacen necesario reconocer con claridad los hábitos defectuosos de la marcha, que no tienen nada que ver con el acondicionamiento respectivo de la prótesis y por consiguiente no deben conducir a ningún reajuste.

Tal como muestra la experiencia se puede cambiar el patrón de marcha de un amputado pero necesita aclaración y terapia adecuada.

## Capítulo VIII.

### Proceso de elaboración de la prótesis transfemoral.



## 8 Materiales.

- Vendas enyesadas de 6 pulgadas.
- Yeso calcinado.
- Media fina.
- Lápiz indeleble.
- Fibra de vidrio.
- Stockinet.
- Fieltro.
- Resina de poliéster.
- Catalizador.
- Pigmento.
- Bolsas de PVA.
- Cinta adhesiva.
- Espuma de poliuretano.
- Polipropileno de 6 mm.
- Pega de contacto.
- Tornillos.
- Cuero.
- Loctite.
- Lijas de agua 100 y 320.

### 8.1 Herramientas.

- Escofina media caña.
- Escofina redonda.
- Cedazo fino.
- Llaves allen.
- Pie de rey.
- Cuchilla.
- Plomada.

- Nivel de escuadra.
- Balanza.
- Fresas de lija y de metal.
- Brocas.
- Cincel.
- Martillo.

## 8.2 Maquinaria y equipo.

- Cierra oscilante.
- Taladro.
- Fresadora.
- Caladora.
- Bomba de vacío.
- Máquina de coser.
- Horno.

## 8.3 Componentes protésicos.

- Pie.
- Tubo.
- Rodilla.
- Pirámide para pie.
- Espuma de poliuretano.
- Araña para conectar cuenca.
- Válvula de succión.
- Abrazadera de tubo.

Elaboración del molde negativo.

### 8.3.1 Recepción del usuario y toma de medida del muñón.

- Para toda atención y aprovisionamiento del usuario, se necesitan los datos personales.
- Tome las medidas y regístrelas en la ficha técnica.
- Mida el largo del muñón, desde el isquion hasta el extremo distal del muñón.
- Para la toma de medidas circunferenciales, se toma el largo del muñón se resta 1 cm de esta medida y se reporta en la parte anterior del muñón.
- Desde la marca proximal se empieza las medidas circunferenciales cada 5 cm.
- Se recopilan todos los datos necesarios antes de empezar la toma de medida.
- Se evalúan cicatrices y otros problemas.
- Se miden los ángulos en abducción y en aducción del muñón.
- Se mide la longitud a – p del muñón.
- Se mide las circunferencias y longitudes de la extremidad contralateral.
- Tome la medida del isquion a piso.
- Mida la longitud del platillo tibial al piso.



#### 8.4 Toma de molde.

Se coloca una media sobre el muñón.

Se marca el trocánter mayor y los puntos sensibles que se presenten.

Se coloca el anillo prefabricado de asiento isquiático.

Se empieza la toma de medida de proximal a distal.

Para la colocación de la segunda venda se enrolla en sentido contrario a la primera con el fin de obtener un efecto de contra rotación de los tejidos.

Una vez envuelto el muñón se comienza a ejercer presión sobre el anillo prefabricado, para obtener un correcto apoyo isquiático.



### 8.5 Vaciado del negativo.

- Se aumenta la altura de los bordes del negativo en 2 cm.
- Se coloca solución jabonosa dentro del negativo para evitar que se adhiera con el yeso líquido.
- Se rellena el negativo con yeso calcinado, se coloca un tubo de sujeción dentro del molde.
- Se retira el negativo del ya formado molde positivo.



### 8.6 Rectificación del positivo.

- A nivel del anillo de la cuenca solamente se pule y afina el yeso.
- A nivel lateral se elabora el empalme de fémur con el fin de darle posición de aducción.
- Se controlarán las medidas circunferenciales con las obtenidas en la hoja de medidas, siempre recordando aplicar las tablas de reducción.

## 8.7 Elaboración de la cuenca de prueba.

Se mide la longitud, la circunferencia mayor y la menor del molde, posteriormente dichas medidas se transfieren a la lámina de polipropileno.

Se hacen los respectivos cortes con la caladora.

El termoplástico se introduce al horno el cual debe estar a una temperatura que oscile entre 180 y 200 grados centígrados.

Se retira el polipropileno del horno una vez esté fundido y se coloca sobre el molde que previamente se ajustó en el tubo de vacío.

Se trazan líneas de corte en el polipropileno y se cortan con la sierra oscilante, posteriormente se pulen los bordes para evitar puntos de roce entre el muñón y la cuenca.

Se realiza la prueba de la cuenca con la ayuda del pedestal, en la cual los puntos relevantes a observar serán el contacto total del muñón con la cuenca, el contacto del isquion con el apoyo isquiático, puntos de excesiva presión, líneas de referencia para la posterior alineación, altura de las paredes, etc.

## 8.8 Laminación.

Se observa que la primera bolsa esté con el lado brillante hacia afuera.

Se coloca el PVA sobre el extremo distal con el fin de evitar que la resina perfora hasta el molde positivo.

Se humedece la bolsa y se coloca sobre el molde.

Se controla el sistema de succión.

Se coloca un forro de felpa sobre la bolsa, luego seis capas de stockinet y fibra de vidrio, la cantidad de material lo determina la contextura del usuario.

Se coloca la segunda bolsa y se vierte la resina dentro de esta.

Se distribuye la resina sobre el molde, tratando de no dejar excesos.



#### 8.9 Acabado de la prótesis.

Se pulen todos los bordes de la cuenca.

Se realiza el montaje de los componentes.

Se elabora cuidadosamente la espuma cosmética, tomando en cuenta las medidas de la extremidad contralateral.

Se abre el orificio en la espuma cosmética correspondiente a la válvula de succión.

Se coloca la media cosmética para una mejor apariencia.



## Capítulo IX.

### Recomendaciones generales al usuario.

## 9 Mantenimiento.

Para el mantenimiento adecuado de la prótesis se debe realizar una higiene diaria adecuada, con una limpieza y secado cuidadosos para evitar la acumulación de suciedad. A veces se utilizan sustancias en la piel para evitar la maceración. Si se producen problemas cutáneos, se debe descansar retirando la prótesis hasta que estos problemas estén solucionados. Mientras se pueden utilizar medios alternativos para la movilidad, como son bastones, sillas de ruedas, etc. Se debe instruir al usuario y a su familia en el cuidado y mantenimiento de la prótesis para asegurar su máxima utilidad. Es necesario adjuntar a las instrucciones las condiciones de mantenimiento claras para que puedan ser seguidas por el usuario. También se le enseñará a reconocer las necesidades de ajuste y las reparaciones principales que necesita su prótesis.

En las etapas iniciales, son convenientes revisiones periódicas frecuentes para efectuar un chequeo del producto, comprobando su adaptación, fijación, alineación, longitud, etc. También se valorará la fatiga y el desgaste de los materiales. En estos controles también se debe inspeccionar la piel para detectar cualquier alteración o cambio cutáneo. Durante los primeros 6 – 18 meses el muñón suele perder volumen y la cuenca podría resultar grande. Cuando este estabilizado el muñón, se realizarán revisiones anuales para un chequeo funcional y una comprobación del estado de los materiales.

## 9.1 Efectos secundarios.

La utilización de la prótesis puede ocasionar los siguientes efectos:

### 9.1.1 Problemas cutáneos.

- Lesiones cutáneas por fricción.
- Eritema y úlceras por presión erosiones en la piel.
- Problemas alérgicos por contacto directo.
- Dermatitis de contacto.
- Hidradenitis supurada por la irritación de las glándulas apocrinas en la ingle por roce con los bordes de la prótesis.
- Quistes epidermoides que pueden infectarse por tapones de queratina en las glándulas sudoríparas.
- Lesiones cutáneas por aumento en la sudoración del muñón junto con una falta de transpiración.

### 9.1.2 Problemas derivados de una mala o incorrecta adaptación:

- Molestias por inadaptación en los primeros días de uso.
- Desarrollo de hiperqueratosis por mala redistribución de las presiones.
- Trastornos en la marcha por inadecuación en el diseño.

- Caídas por mala alineación.
- Pellizcamientos por paredes de la prótesis altas al sentarse.
- Dolor de la rama púbica por mala adaptación.
- Síndrome de estrangulamiento del muñón cuando no hay contacto distal y si una excesiva presión proximal.
- Pigmentación oscura en la zona distal del muñón por extravasación de sangre debido a la rotura de pequeños vasos capilares por el efecto vacío y por el excesivo ajuste proximal.
- Edema distal del muñón si existen trastornos circulatorios.
- Atrofia muscular de muslo por no existir una actividad muscular adecuada.
- Incongruencia entre el muñón y la cuenca si existen cambios de volumen del muñón por ganancia o pérdida de peso.
- Osteoporosis en la zona de soporte del peso corporal como en el apoyo del peso a nivel isquiático.
- Escoliosis funcional si existe asimetría entre la extremidad y la prótesis mayor a 1 cm.
- Rechazo psicológico al uso de la prótesis.

## 9.2 Guía de las instrucciones de uso.

Para obtener el máximo aprovechamiento y satisfacción del uso de la prótesis, en las instrucciones de utilización deben figurar, entre otros, los siguientes aspectos:

Las condiciones de mantenimiento de la prótesis, entre las que se encuentran el método y la frecuencia de limpieza adecuadas.

- Realizar revisión de la piel todos los días tras quitarse la prótesis.
- Advertir la obligación de comprobar el funcionamiento de la prótesis tras la adaptación inicial.
- No mojar los componentes metálicos de la prótesis.
- Indicar claramente los periodos de revisión.
- En caso de rotura de los componentes se debe asistir inmediatamente al técnico.

Las instrucciones de colocación y retirada de la prótesis:

- Sugerir hacer uso discontinuo de la prótesis para evitar alergias como la dermatitis de contacto y hongos los cuales se pueden presentar por el uso prolongad de la misma.
- Indicar que por la noche se debe quitar la válvula y permitir la circulación de aire por la cuenca.
- Aconsejar la adaptación progresiva al uso de la prótesis.

- Instruir acerca del uso de la válvula de succión.
- Indicar el modo de utilización de los accesorios.
- No usar cremas en el muñón cuando se este utilizando la prótesis.
- Advertir que la prótesis no se debe exponer al calor.
- Indicar la duración de la prótesis en condiciones normales y su periodo de garantía.

## Capítulo X

### Costos de producción.

## 10. Análisis de costos.

10.1 Costos de producción de la ortesis tipo KAFO, se han calculado basándose en los costos de materia prima, costos de elaboración y costos de mano de obra.

Descripción de los costos de la materia prima:

Descripción materia prima.	Unidad de medida.	Valor unitario.	Cantidad utilizada.	Costos.
Yeso calcinado.	Libra.	\$ 0.27	35 libras.	\$ 9.45
Cuero.	Pie.	\$ 2.28	2 ½ pies.	\$ 5.70
Velcro adhesivo.	Yarda.	\$ 4.20	1 yarda.	\$ 4.20
Remache de cobre 4 mm.	Unidad.	\$ 0.15	16 unidades.	\$ 2.40
Hebilla 30 mm.	Unidad.	\$ 0.10	3 unidades.	\$ 0.30
Vendas de yeso de 4".	Unidad.	\$ 1.71	6 unidades.	\$10.26
Lámina polipropileno 6mm.	Lámina de 3 x 1m.	\$ 80.00	1/3 lámina.	\$ 26.66
Barras de aluminio.	Par.	\$ 70.00	1 par.	\$ 70.00
TOTAL				\$ 128.97

Descripción de los costos de producción.

Descripción materia prima.	Unidad de medida.	Valor unitario.	Cantidad utilizada.	Costos.
Tubo galvanizado de ½".	Metro.	\$ 1.82	1 ½ metro.	\$ 2.73
Tornillos para prueba 1/8 x 1".	Unidad.	\$ 0.02	10 unidades.	\$ 0.20
Masking Tape.	Unidad.	\$ 2.15	1 unidad.	\$ 2.15
Cinta aislante.	Unidad.	\$ 0.75	1 unidad.	\$ 0.75
Cedazo metal grueso.	Yarda.	\$ 0.55	¼ yarda.	\$ 0.13
Cedazo metal fino.	Yarda.	\$ 1.10	½ yarda.	\$ 0.55
Talco simple.	Unidad.	\$ 1.20	1 unidad.	\$ 1.20
Silicón.	Bote.	\$ 2.60	¼ bote.	\$ 0.65
Lija No. 320.	Pliego.	\$ 0.72	3 pliegos.	\$ 2.16
Lija No. 100.	Pliego.	\$ 0.90	3 pliegos.	\$ 2.70
Lija No. 500.	Pliego.	\$ 0.78	3 pliegos.	\$ 2.34
Cemento contacto.	Tarro.	\$ 1.60	½ tarro.	\$ 0.80
TOTAL				\$ 16.36

Costo de mano de obra.

Salario técnico.	\$ 500.00
Horas hombre efectivas.	160 horas.
Costo de hora.	\$ 3.12
Horas efectivas para elaboración del KAFO.	40 horas.
Costo de mano de Obra \$ 3.12 x 40 h.	\$ 124.80

Costo directo.

Costo de materia prima	\$ 128.97
<u>Costo de mano de obra</u>	<u>\$ 124.80</u>
Total de costos directos	\$ 253.77

Costo indirecto.

Los costos indirectos se igualan al total de la mano de obra.

Costos indirectos	\$ 124.80
-------------------	-----------

Costo total de fabricación.

Costos directos	\$ 253.77
Costos producción	\$ 16.36
<u>Costos indirectos</u>	<u>\$ 124.80</u>
Costo total	\$ 394.93

13.2 Costos de producción de una prótesis transfemoral con cuenca cuadrilateral, se han calculado basándose en los costos de materia prima, costos de elaboración y costos de mano de obra.

Descripción de los costos de la materia prima.

Descripción de materia prima	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad utilizada	Total en dólares.
Vendas de yeso 4 "	Unidad	\$ 1.71	6 unidades.	\$ 10.26
Yeso calcinado.	Libra.	\$ 0.27	35 libras	\$ 9.45
Resina Poliéster	Galón	\$ 17.00	½ de galón	\$ 8.50
Bolsa PVA	Unidad	\$ 3.00	3 bolsas	\$ 9.00
Fibra de vidrio.	Yarda	\$ 2.50	½ yarda	\$ 1.25
Fieltro.	Yarda	\$ 2.10	½ yarda	\$ 1.05
Polipropileno 6mm.	Pliego	\$ 80.00	1/3 pliego	\$ 26.66
Pie SACH.	Unidad	\$ 70.00	1 pie	\$ 70.00
Tubo modular de 400 mm.	Unidad	\$ 30.00	1 unidad.	\$ 30.00
Rodilla policéntrica de 4 barras.	Unidad.	\$ 300.00	Unidad.	\$ 300.00

Pirámide para pie.	Unidad.	\$ 45	Unidad.	\$ 45
Adaptador de unión para cuenca.	Unidad.	\$ 50	Unidad.	\$ 50
Válvula de succión.	Unidad.	\$ 35	Unidad.	\$ 35
Espuma cosmética.	Unidad	\$ 70.00	1 unidad.	\$ 70.00
Media cosmética	Par	\$ 15	1 par.	\$ 15
Total				\$ 681.17

Costos de producción.

Descripción de materiales	Unidad de medida.	Precio unitario	Cantidad utilizada	Total.
Tubo galvanizado.	Metro.	\$ 1.82	80 cm.	\$ 1.45
Cedazo galvanizado.	Yarda.	\$ 0.55	½ yarda	\$ 0.27
Lija No 100.	Pliego.	\$ 0.90	1 pliego	\$ 0.90

Lija No 320.	Pliego.	\$ 0.72	1 pliego	\$ 0.72
Talco simple.	Unidad.	\$ 1.20	1 unidad	\$ 1.20
Cemento de contacto.	1/8 galón.	\$ 1.60	1/16 galón	\$ 0.80
Masking tape.	Unidad.	\$ 2.15	1 unidad.	\$ 2.15
Thiner.	Botella.	\$ 2.30	½ botella	\$ 1.15
Cinta aislante.	Unidad.	\$ 0.75	1 unidad	\$ 0.75
Loctite 242.	Unidad.	\$ 5.70	1 unidad.	\$ 5.70
Total				\$15.09

Costo de mano de obra.

Salario del técnico.	\$ 500.00
Horas hombre efectivas.	160 horas
Costo de hora.	\$ 3.12
Hora efectiva para elaboración Prótesis.	30 horas
Costo de mano de Obra $\$ 3.12 \times 30 \text{ h.}$	\$ 93.60

Costo directo.

Costo de materia prima	\$ 681.17
<u>Costo de mano de obra</u>	<u>\$ 93.60</u>
Total de costos directos	\$ 774.77

Costo indirecto.

Los costos indirectos se igualan al total de la mano de obra.

Costo indirecto.                      \$ 93.60.

Costo total de fabricación.

Costos Directos.	\$ 774.77
Costos de Producción.	\$ 15.09
<u>Costos Indirectos.</u>	<u>\$ 93.60</u>
Costo Total.	\$ 883.46

Glosario.

**Analgésicos:** Medicamento que mitiga el dolor.

**Anamnesis:** Reunión de datos relativos a un paciente, que comprende antecedentes familiares y personales, experiencias y en particular recuerdos que se usan para analizar su situación.

**Anemia hemolítica:** Trastorno caracterizado por la destrucción prematura de los hematíes.

**Artralgias:** Dolor de una articulación.

**Avascular:** Falta de aporte sanguíneo suficiente en un área.

**Bilirrubina:** Pigmento de color amarilloanaranjado de la bilis formado principalmente por la degradación de la hemoglobina tras la terminación de su periodo normal de vida.

**Células falciformes:** Hematíe normal en forma de media luna que contiene hemoglobina S típica de la anemia falciforme.

**Contusión:** Lesión corporal de continuidad de la piel causada por un golpe y caracterizada por tumefacción, cambio de color y dolor.

**Creatinina:** Sustancia resultante del metabolismo de la creatinina, se encuentra en la sangre, la orina y los tejidos musculares.

**Desbridamiento:** Retirar la suciedad, los objetos extraños, el tejido lesionado y los detritos celulares de una herida y facilitar cicatrización.

Drepanocitos: Hematíe atípico en forma de media luna contiene hemoglobina S.

Electroforesis: Método de estudio basado en el movimiento de las partículas cargadas y suspendidas en un medio líquido, en respuesta a los cambios de un campo eléctrico.

Frotis periférico: Muestra de laboratorio para examen microscópico.

Hematólogo: Médico especialista en hematología.

Hematoma: Colección de sangre extravasada incluida en los tejidos de la piel o en un órgano, se forma como consecuencia de un traumatismo.

Hemoglobina S: Tipo de hemoglobina anormal caracterizada por la sustitución del aminoácido valina por el ácido glutámico.

Hemoglobina: Compuesto complejo de hierro y proteína que forma parte del hematíe y sirve para transportar oxígeno a las células de los tejidos desde los pulmones y dióxido de carbono en dirección contraria.

Hemoglobinuria: Presencia anormal de hemoglobina en la orina.

Hidroxiurea: Antineoplásico.

Ictericia: incompatibilidad sanguínea.

Inoculación: Introducción por una herida del principio material de una enfermedad.

Leucemia: Sufijo que significa aumento de leucocitos en los tejidos, en la sangre o en ambos.

**Necrosis:** Muerte de una porción de tejido consecutivo a una enfermedad por lesión.

**Talasemia:** Anemia hemolítica caracterizada por presentar hematíes microcíticos debido a deficiencia en la síntesis de hemoglobina.

## Bibliografía.

- Pruebas funcionales musculares. Lucille Daniels. Cuarta edición. Editorial Interamericana México D.F. 1985.
- Trastornos y lesiones del sistema musculoesquelético. Tercera. Edición. Robert Bruce Salter. Editorial Masson, S.A. Barcelona 2000.
- Biomecánica. Carrera técnico en ortesis y prótesis. UDB – GTZ. El Salvador. 1999.
- Pruebas prácticas. Carrera técnico en ortesis y prótesis. UDB – GTZ. El Salvador. 1999.
- Guía de uso y prescripción de aparatos ortoprotésicos a medida. Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Trastornos musculoesqueleticos del niño. Editorial Salvat.
- Diccionario de medicina Océano Mosby. Edición 1994.

## Sitio Web.

- [www.medlineplus.com](http://www.medlineplus.com).

## Conclusión.

Para culminar este trabajo se establece que cuando se prescribe un implemento ortoprotésico para la extremidad inferior, dado que esta constituye una unidad funcional se debe tener siempre presente una visión integral del problema del usuario, ya que la colocación de un implemento ortopédico en uno de los segmentos, puede influir negativamente sobre los diferentes estados anímicos del usuario.

Por lo que se hace necesario poner todo el empeño en los procesos de elaboración para así brindarles un bienestar en todo el sentido de la palabra a las personas que acuden a nosotros en busca de ayuda.

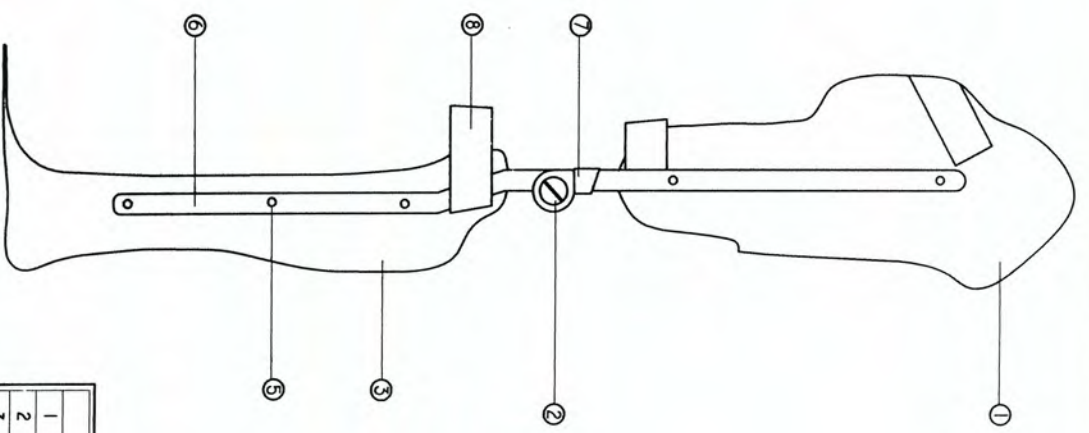
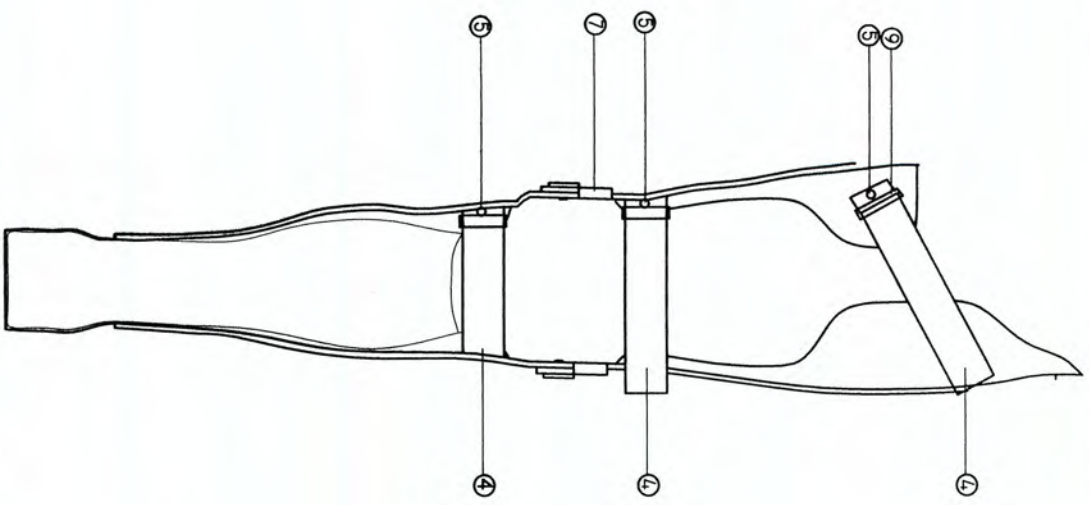


TABLA DE MATERIALES

Numero	Descripcion	Materiales	Cantidad
1	SEGMENTO DE FEMUR	POLIPROPILENO	1
2	TOBILLO DE ARTICULACION	HIERRO	2
3	SEGMENTO DE PIERNA	POLIPROPILENO	1
4	PIEZA DE PROTECCION	ALUPLAST Y QUERO	3
5	REHACHE	COBRE	16
6	BARRAS ARTICULADAS	ALUMINO	2
7	CANALADOS	HIERRO	2
8	CINCHOS DE FIJACION	VELCRO Y WEBBING	3
9	PASADORES	METAL	3

TECNICO EN ORTESIS Y PROTESIS

FECHA: NOV/2005 ESCALA: S.E.

ORTESIS DE RODILLA TOBILLO Y PIE (KAFO)

UNIVERSIDAD DON BOSCO

ALUMNO: OSCAR ALBERTO GRANADOS MASIS

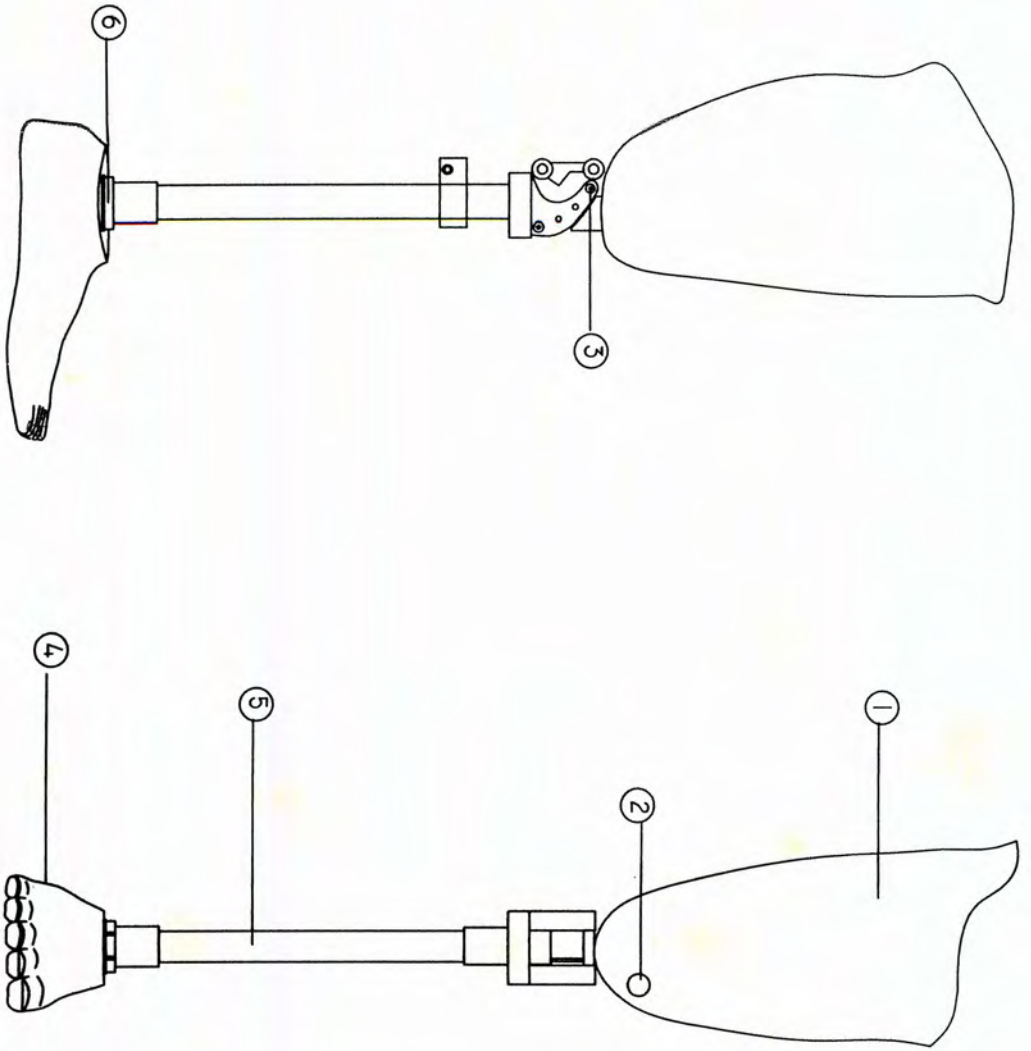


TABLA DE MATERIALES

1	CUENCA	RESINA ACRILICA	1
2	VALVULA DE SUCCION	METAL	1
3	EJE MECANICO	ACERO	1
4	PIE PROTESICO	HULE Y KIA PLASTICA	1
5	TUBO MODULAR DE PIERNA	ALUMINIO	1
6	PIRAMIDE DE PIE	TITANIO	1

TECNICO EN ORTESIS Y PROTESIS

FECHA:  
NOV/2005

ESCALA:  
S.E.

PROTESIS TRANSFERMORAL

UNIVERSIDAD  
DON BOSCO

ALUMNO: OSCAR ALBERTO GRANADOS MASIS