

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

ORTESIS RODILLA TOBILLO PIE Y
PROTÉSIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN
ELABORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE ORTESIS Y PRÓTESIS.

PARA OPTAR AL GRADO DE.
TÉCNICO EN ORTESIS Y PRÓTESIS

POR:
VANESSA RODRIGUEZ ROJAS.

DICIEMBRE DEL 2005.
SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

PROCESO DE ELABORACIÓN
ORTESIS RODILLA TOBILLO PIE Y PROTÉSIS
TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ELABORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE ORTESIS Y PRÓTESIS.

POR:

VANESSA RODRIGUEZ ROJAS.

INGA. EVELYN MENA.

JURADO

CPO. MARIO GUEVARA.

JURADO

CPO. MONICA CASTANEDA PIMENTEL.

ASESOR

NOVIEMBRE DEL 2005.

SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA

DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIO TECNOLOGICOS

ING. VICTOR ARNOLDO CORNEJO.

CPO. MONICA CASTANEDA PIMENTEL.

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION

INGA. EVELYN MENA.

CPO. MARIO GUEVARA.

JURADO EXAMINADOR

Introducción

En este documento se detallará el proceso de elaboración de una ortesis rodilla tobillo pie y una prótesis transtibial, los cuales son indispensables para la deambulación de los usuarios. El proceso inicia desde la identificación de los respectivos usuarios, personas de escasos recursos a las cuales se les donará los dispositivos ortopédicos para así mejorar la calidad de vida.

Posteriormente se efectuará una evaluación de los usuarios en donde se realizará una detallada historia clínica para obtener un conjunto ordenado de métodos y procedimientos para elaborar un plan terapéutico correcto.

Finalmente se describirá ambos procesos de fabricación, el cual consta de una toma de molde, vaciado del negativo, modificado del positivo, plastificado o laminado, pruebas de los dispositivos a los usuarios, alineación estática, alineación dinámica y entrega a los usuarios.

Índice

Capítulo I.....	7
1. Justificación.....	8
1.1 Objetivo general.....	8
1.1.1 Objetivos específicos.....	8
1.2 Alcances.....	9
1.3 Limitaciones.....	9
Capítulo II.....	10
2. Historia clínica.....	11
2.1 Datos personales.....	11
2.2 Anamnesis.....	11
2.3 Antecedentes.....	12
2.4 Antecedentes familiares.....	12
2.6 Evaluación física.....	13
2.6.1 Inspección.....	13
2.6.2 Palpación.....	13
2.7 Medición de extremidades inferiores.....	13
2.8 Valoración de rangos articulares y fuerza muscular.....	14
2.9 Diagnóstico.....	15
2.10 Plan terapéutico.....	15
Capítulo III.....	16
3. Columna vertebral.....	17
3.1 Anomalías de la columna vertebral.....	17
3.2 Modificaciones de la médula espinal.....	17
3.3 Mielomeningocele.....	18
3.4 Etiología.....	19
3.5 Anomalías embriológicas.....	19
3.6 Clínica.....	19
3.6.1 Manifestaciones subyacentes a la malformación.....	19

3.6.2 Manifestaciones suprayacentes a la malformación.....	19
3.6.3 Manifestaciones de carácter general.....	20
3.7 Diagnóstico prenatal.....	20
3.8 Diagnóstico diferencial.....	20
3.9 Determinación del nivel neurológico.....	20
3.9.1 Malformaciones a nivel torácico.....	20
3.9.2 Malformaciones a nivel lumbar.....	21
3.9.3 Malformaciones a nivel sacro.....	21
3.10 Determinación del nivel.....	21
3.10.1 Nivel neurológico L1-L2 (L1 esta integro, L2 no).....	23
3.10.2 Nivel neurológico L2-L3 (L2 esta integro, L3 no).....	24
3.10.3 Nivel neurológico L3-L4 (L3 esta integro, L4 no).....	26
3.10.4 Nivel neurológico L4-L5 (L4 esta integro, L5 no).....	27
3.10.5 Nivel neurológico L5-S1 (L5 esta integro, S1 no).....	29
3.10.6 Nivel neurológico S1, S2 (S1 INTEGRO, S2 no).....	30
3.10.7 Nivel neurológico S2-S3 (S2 integral, S3 no).....	31
3.11 Rasgos sobresalientes del desarrollo.....	32
3.11.1 Sentarse.....	32
3.11.2 Pararse.....	33
3.11.3 Caminar.....	33
3.11.4 Lesiones unilaterales.....	33
3.12 Examen de las extremidades.....	34
3.12.1 Sugerencias para el examen del paciente con mielomeningocele.....	34
3.13 Tratamiento.....	35
3.13.1 Prevención primaria.....	35
3.13.2 Prevención secundaria.....	36
3.13.3 Rehabilitación física.....	38
Capítulo IV.....	38
4. Introducción.....	39
4.1 Principios de funcionamiento.....	40
4.2 Biomecánica general.....	41

4.3 Ortesis de rodilla, tobillo y pie (KAFO).....	41
4.4 Anatomía de la articulación bajo los criterios de la ortésica.....	42
4.4.1 Alineación.....	42
4.4.2 Colocación errónea de articulaciones ortésicas de rodilla.....	43
Capítulo V.....	45
5. Locomoción humana.....	46
5.1 Características del cuadro de la marcha normal.....	46
5.2 Ayudas a la deambulaci3n.....	48
5.3 Patrones de marcha con ayuda a la deambulaci3n.....	49
Capítulo VI.....	52
6. Alteraciones de la marcha con la utilizaci3n de ortesis.....	53
6.1 Inclinaci3n lateral del tronco.....	53
6.2 Elevaci3n de la pelvis.....	53
6.3 Rotaci3n interna / externa.....	54
6.4 Circunducci3n.....	54
6.5 Amplitud del paso.....	55
6.6 Inclinaci3n anterior del tronco.....	55
6.7 Hiperlordosis.....	55
6.8 Inestabilidad de rodilla.....	56
Capítulo VII.....	57
7. Proceso de elaboraci3n para un KAFO.....	58
7.1 Herramientas.....	59
7.2 Elaboraci3n para un KAFO.....	59
7.2.1 Toma de medidas.....	59
7.2.2 Proceso de elaboraci3n del negativo.....	60
7.2.3 Preparaci3n.....	60
7.2.4 Vendaje.....	60
7.2.5 Conformado.....	61
7.2.6 Evaluaci3n del molde negativo.....	62
7.3 Construcci3n del molde positivo (vaciado).....	63
7.3.1 Verificaci3n de medidas.....	63

7.3.2 Rectificación del molde positivo.....	63
7.3.3 Alineado del molde positivo.....	64
7.4 Termoconformado.....	65
7.5 Ajuste y adaptación de barras.....	66
7.6 Corte de la ortesis.....	67
7.6.1 Montaje de la ortesis.....	67
7.7 Prueba de la ortesis (KAFO).....	68
7.8 Entrega de ortesis.....	69
Capítulo VIII.....	71
8. Historia clínica.....	72
8.1 Datos personales.....	72
8.2 Anamnesis.....	72
8.3 Antecedentes.....	73
8.4 Evaluación física.....	73
8.4.1 Inspección.....	73
8.4.2 Palpación.....	73
8.4.3 Plan terapéutico.....	73
Capítulo IV.....	74
9. Amputaciones de la extremidad inferior.....	75
9.1 Causas de amputación.....	76
9.2 Amputación traumática.....	78
9.3 Lesiones por quemaduras.....	80
9.4 Tipo de quemaduras.....	81
9.4.1 Quemaduras de primer grado.....	81
9.4.2 Quemaduras de segundo grado.....	82
9.4.3 Quemaduras de tercer grado.....	83
9.5 Lesiones por corriente eléctrica.....	84
9.6 Trayecto de la corriente a través del cuerpo.....	85
9.7 Manifestaciones clínicas.....	85
9.8 Tratamiento de descargas eléctricas.....	87
9.8.1 Actitud en el lugar del accidente.....	87

9.8.2 Actitud durante el traslado.....	87
9.9 Tratamiento hospitalario.....	88
Capítulo X.....	89
10. Introducción.....	90
10.1 Protésica de la extremidad inferior.....	91
10.1.1 Clasificación de las prótesis transtibiales.....	91
10.1.2 Prótesis transtibial de madera.....	91
10.1.3 Prótesis de aluminio transtibial.....	91
10.1.4 Prótesis PTB.....	91
10.1.5 Prótesis KBM.....	92
10.1.6 Prótesis PTS.....	92
10.1.7 Prótesis PTK.....	93
10.2 Condiciones o influencias a las que esta sujeta la prótesis.....	93
10.2.1 Las condiciones fisiológicas.....	93
10.2.2 Condiciones fisiopatológicas.....	93
10.2.3 Condiciones biomecánicas.....	94
10.2.4 Condiciones mecánicas.....	94
10.3 Diseño biomecánico correcto de la prótesis.....	95
10.4 Alojamiento del muñón (cuenca).....	95
10.5 Áreas de descarga y carga en el muñón.....	97
Capítulo XI.....	98
11. Criterios individuales de alineación de la cuenca.....	99
11.1 Alineación en flexión.....	99
11.2 Alineación de la cuenca en aducción o abducción.....	99
11.3 Muñones cortos y muy atrofiados.....	99
11.4 Muñones largos.....	99
11.5 Proyección de las cuatro verticales.....	100
11.6 Alineación dinámica de los componentes.....	101
11.7 Alteraciones de la marcha con prótesis transtibiales.....	104
11.7.1 Flexión excesiva de rodilla.....	104
11.7.2 Flexión insuficiente de la rodilla.....	105

11.7.3 Presión distal lateral excesiva.....	105
11.7.4 Presión sobre la cabeza de peroné.....	105
Capítulo XII.....	106
12. Proceso de elaboración de prótesis transtibial PTB.....	107
12.1 Equipo, materiales y herramientas usados.....	107
12.2 Toma de medidas y toma de molde.....	108
12.2.1 Toma de molde negativo.....	109
12.3 Modificación del molde positivo.....	109
12.4 Confección de la cuenca suave.....	111
12.5 Laminado.....	112
12.6 Alineación estática.....	113
12.7 Alineación dinámica.....	113
12.8 Acabado final.....	114
12.9 Entrega de la prótesis transtibial PTB.....	115
Capítulo XIII.....	116
13. Análisis de costos.....	118
13.1 Producción de ortesis rodilla, tobillo, pie.....	118
13.2 Producción de prótesis transtibial.....	121
Glosario.....	124
Bibliografía.....	129
Anexos.....	130

CAPÍTULO I

JUSTIFICACIÓN,
OBJETIVO GENERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS,
ALCANCES Y LIMITACIONES

1. Justificación.

Se presenta el siguiente proyecto para ser participe de la rehabilitación de dos usuarios, por medio de la elaboración de dispositivos ortopédicos para la deambulaci3n, como lo son un KAFO (ortesis de rodilla, tobillo, pie) y una pr3tesis transtibial modular por medio de los conocimientos adquiridos durante el periodo de formaci3n, brindando as3 un cambio a los dispositivos ortopédicos.

1.1 Objetivo general.

Elaborar dispositivos ortopédicos id3neos los cuales se adaptarán a las necesidades funcionales de quien la usa, logrando una adecuada adaptaci3n, teniendo en cuenta tanto las habilidades funcionales de las personas que han sufrido una discapacidad.

1.1.1 Objetivos espec3ficos.

- Realizar una evaluaci3n completa del usuario a trav3s de la historia cl3nica y exploraci3n f3sica para as3 desarrollar criterios de comprobaci3n adecuados.
- Obtener informaci3n acerca de los distintos aspectos ortopédicos y la funcionalidad diaria de las personas que han sufrido una discapacidad.
- Conocer las caracter3sticas emocionales, intelectuales, sociales del usuario y su interrelaci3n con su estado de discapacidad.
- Elaborar un reporte de los procedimientos a seguir en la elaboraci3n de una ortesis rodilla tobillo pie y una pr3tesis transtibial modular.

1.2 Alcances.

Usuario del KAFO.

- Se elaboró una ortesis que cumple los estándares de elaboración de acuerdo a la patología a tratar del usuario.
- Proveer estabilidad y control durante la bipedestación y la marcha.

Usuario de la prótesis.

- Mejoró la marcha.
- Se logró la adaptación cuenca-muñón mediante el contacto total.
- Se obtuvo mayor estabilidad y control durante la bipedestación y la marcha.

1.3 Limitaciones.

- Retraso en el proceso de elaboración de la prótesis transtibial debido a la irresponsabilidad del usuario al no presentarse la fecha asignada.
- Desaprobación del comité evaluador al presentar una segunda opción, por ser beneficiario de la Cruz Roja, y tener una prótesis en proceso de fabricación además por el seguimiento de uso de parte del departamento de ortesis y prótesis a usuarios de la Cruz Roja.
- Atraso en la elaboración del KAFO, por no contar con las radiografías para una comprobación idónea de la ortesis a utilizar.

CAPÍTULO II

HISTORIA CLÍNICA DISPOSITIVO ORTÉSICO RODILLA, TOBILLO, PIE

2. Historia clínica.

2.1 Datos personales.

Nombre: María José Guillén Wyler.

Fecha de nacimiento: 11 de octubre de 1992.

Genero: femenino.

Edad: 13 años.

Nacionalidad: salvadoreña.

Escolaridad: quinto grado.

Dirección: residencial los chorros, pasaje 5 sur # 59.

Teléfono: 2345-3326.

Nombre del padre: José Ángel Guillén.

Nombre de la madre: Laura Patricia Wyler de López.

Responsable: Rosalilian de Wyler (abuela).

Diagnóstico: Mielomeningocele (MMC).

Consulta por: elaboración ortesis de extremidad inferior.

2.2 Anamnesis.

Usuario adolescente producto del primer embarazo, en el cual la madre de 19 años de edad presentó síntomas de aborto, además en el control prenatal no se le indicó la ingesta de folatos, se realizó dos ecografías obteniendo respuestas positivas.

En el desarrollo psicomotor a los diez meses logra posición de sentado, a los dieciocho meses se desplaza gateando iniciando deambulación a los tres años de edad, con ayuda de un KAFO en pierna izquierda y andadera. A partir de esta fecha se mantiene con tratamiento ortésico y controles frecuentes para cambio de aparatos por ajuste debido crecimiento, además de control multidisciplinario,

refiriéndola al Centro de Invalides Múltiples por un año. A los seis años inicia marcha sin asistencia (muletas).

Fue referida al Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI) y a Fundación Teletón Pro Rehabilitación (FUNTER), lugares donde permaneció en tratamiento durante 2 años.

En el mes de agosto del 2004, se le recomienda por primera vez la utilización de corsé únicamente para fijación de la escoliosis, después de un periodo el médico fisiatra indica la suspensión del uso del corsé.

A los once años de edad se prescribe el uso de bastones canadienses debido a una inclinación anterior del tronco progresiva causando inestabilidad.

Hasta la actualidad ha utilizado siete aparatos tipo KAFO, andadera, muletas y bastones canadienses para deambular.

2.3 Antecedentes.

A los cuatro días de nacida fue intervenida quirúrgicamente (MMC), permaneciendo internada y dada de alta a la semana, se le pide a la madre la medición de la cabeza periódicamente.

Reingresa a los veintitrés días al Hospital Benjamín Bloom por hidrocefalia, de la cual es operada para la colocación de válvula de regulación.

A los ocho meses de edad se presenta nuevamente a control por expedir una fetidez en la orina, diagnosticándole una severa infección urinaria y parásitos, control con el Gastroenterólogo por diagnóstico de gastritis medicamentosa permaneciendo tres años más en control.

Manifiesta la abuela “a la edad de cuatro años fué sometida a una intervención quirúrgica de la vejiga neurogénica, a los siete años de edad es intervenida quirúrgicamente por deformidad en el tendón de Aquiles como consecuencia de un traumatismo y el 18 / 03 / 05 le realizaron una cirugía de columna vertebral, para corrección de hiperlordosis”.

2.4 Antecedentes familiares.

No antecedentes previos de la patología o asociados.

2.5 Antecedentes socioeconómicos.

Familia integrada por el abuelo, la abuela y la niña, de los cuales solo el abuelo trabaja. La vivienda se encuentra ubicada en un sector urbano.

2.6 Evaluación física.

2.6.1 Inspección.

La usuaria se desplaza con ayudas para la deambulación, con utilización de un KAFO en la extremidad inferior izquierda. Además inclinación anterior del tronco.

2.6.2 Palpación.

Extremidad inferior izquierda presenta arcos de movimientos pasivos completos, flacidez, atrofia, parestesia y paresia.

2.7 Medición de extremidades inferiores.

Medición la cual se realizó desde la espina iliaca antero superior hasta el borde inferior del maléolo interno.

Medición de extremidades inferiores.

Extremidad	Medición de longitud	Deformidades presentes
Izquierda	69 cm.	Pie cavo varo, dedos en garra.
Derecha	72 cm.	Pie cavo varo, dedos en garra.

2.8 Valoración de rangos articulares y fuerza muscular.

Extremidad inferior izquierda				
Art.	Movimiento	Rango articular		Fuerza muscular
		Normal	Pasivo	
Cadera	Flexión	130° -140°	135°	-2
	Extensión	15° - 20°	12°	0
	Abducción	30° - 50°	45°	1
	Aducción	20° - 30°	25°	-2
Rodilla	Flexión	130°-150°	130°	0
	Extensión	0° -15°	5°	0
Tobillo	Flexión plantar	40°- 45°	40°	0
	Flexión dorsal.	20° -25°	15°	0

Extremidad inferior derecha				
Art.	Movimiento	Rango articular		Fuerza muscular
		Normal	Activo	
Cadera	Flexión	130° -140°	135°	3
	Extensión	15° - 20°	15°	3
	Abducción	30° - 50°	45°	4
	Aducción	20° - 30°	30°	4
Rodilla	Flexión	130° -150°	130°	5
	Extensión	0° -15°	5°	5
Tobillo	Flexión plantar	40° -45°	45°	5
	Flexión dorsal.	20° -25°	20°	5

2.9 Diagnóstico.

Mielomeningocele, con lesión medular parcial nivel neurológico L1, paraparesia de extremidades inferiores.

Control del tronco conservado, función parcial en flexión de cadera por inervación del psoas ilíaco, la función de articulación de rodilla y tobillo están ausentes. Presenta anestesia en la pierna y arreflexia.

La función vesico-intestinal se encuentra con actividad parcial por presencia de S2, S3, S4.

2.10 Plan terapéutico.

KAFO de polipropileno con barras de aluminio medial y lateral, articulación de rodilla bloqueable a 180° con candados y tobillo bloqueado a 90°.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO. ESPINA BÍFIDA

3. Columna vertebral

3.1 Anomalías de la columna vertebral.

La formación y distribución de los esclerotomas segmentarios para formar las vértebras definitivas es un proceso complicado y no es raro que dos vértebras adyacentes experimenten fusión asimétrica o que falte la mitad de una de ellas, también puede aparecer que haya un aumento o disminución del número normal de vértebras.

Uno de los defectos vertebrales más serios es consecuencia de la fusión incompleta o nula de los arcos vertebrales, esta anomalía denominada espina bífida, suele estar acompañada por anomalías de la médula espinal la cual se hernia a través de la hendidura y queda expuesta al medio exterior.

3.2 Modificaciones de la médula espinal

En el tercer mes del desarrollo, la médula espinal se extiende en toda la longitud del embrión y los nervios raquídeos atraviesan los agujeros intervertebrales en su nivel de origen. Sin embargo, al aumentar la edad del embrión, el raquis y la duramadre se alargan más rápidamente que el tubo neural y el extremo terminal de la médula se desplaza a niveles cada vez más altos. En el neonato el extremo está situado a la altura de la tercera vértebra lumbar.

Como consecuencia de este crecimiento desproporcionado, los nervios raquídeos tienen una dirección oblicua desde su segmento de origen en la médula espinal hasta el nivel correspondiente de la columna vertebral. La duramadre permanece unida a la columna vertebral a nivel coccígeo.

En el adulto la médula espinal termina a la altura de la segunda vértebra lumbar. Por debajo de este sitio el sistema nervioso central esta representado únicamente por el “filum terminale”, que señala el camino de retroceso de la médula espinal. Las fibras nerviosas que se encuentran por debajo del extremo terminal forman la cola caballo.

3.3 Mielomeningocele.

El mielomeningocele es una malformación congénita caracterizada por falta de fusión vertebral posterior, con distensión quística de las meninges y displasia de la médula, que esta fijada en el vértice del sacro.



Es la forma más severa de espina bífida. Consiste en una protuberancia de los nervios internos del cordón espinal a través de una apertura en la columna vertebral y sin una capa protectora de la piel. El líquido intra raquídeo puede gotearse hacia el exterior y ocasionar un grave problema de infección.

Esta condición suele ocurrir en la parte inferior de la espina dorsal ocasionando problemas de control de la vejiga e intestinos del bebé. La lesión espinal puede afectar al tejido nervioso, meninges y hueso; el saco meníngeo contiene una médula espinal malformada.

3.4 Etiología.

Se piensa que tiene origen multifactorial, aceptándose como factores favorecedores:

- Predisposición genética. Si se tiene un hijo afectado la frecuencia aumenta.
- Niveles bajos de ácido fólico y de zinc durante el primer trimestre de embarazo.
- Diabetes materna insulina dependiente.
- Ingesta de valproato sódico.

3.5 Anomalías embriológicas.

Esta deformidad se produce por dos mecanismos independientes:

- Defecto de cierre del tubo neural, al final del primer mes que provoca el cierre incompleto de los arcos posteriores de las vértebras al mismo nivel, al final de los cinco meses de gestación. Defecto de ascensión de la médula que permanece fijada al sacro.

3.6 Clínica.

3.6.1 Manifestaciones subyacentes a la malformación:

- Parálisis por debajo de la lesión.
- Deformidades ortopédicas.
- Alteraciones vesico esfintereanas.
- Genitales ambiguos.

3.6.2 Manifestaciones suprayacentes a la malformación:

- Hidrocefalia.
- Malformación Arnold Chiari tipo II.

3.6.3 Manifestaciones de carácter general:

- Alteraciones endocrinas.
- Alergias al látex.

3.7 Diagnóstico prenatal.

Ecografía de alta resolución, se puede identificar una ausencia de cierre de los arcos posteriores entre la 15 y 18 semanas de gestación.

3.8 Diagnóstico diferencial.

- Meningocele.
- Lipomeningocele.

3.9 Determinación del nivel neurológico.

El nivel de la malformación determina el tipo de parálisis y los déficit funcionales (manifestaciones clínicas). Estas malformaciones se pueden diferenciar según su ubicación en:

3.9.1 Malformaciones a nivel torácico.

Parálisis flácida de las extremidades inferiores: las piernas y los pies en rotación externa (caen por su propio peso hacia fuera), las rodillas en ligera flexión (postura de rana), y los pies en posición de pie equino-varo, pie valgo extremo. Posibilidad de espasmos en pies y rodillas. También se presentan deformidades articulares o displasia de cadera.

3.9.2 Malformaciones a nivel lumbar.

Por desequilibrio muscular: luxación paralítica de la cadera, recurvatum o flexión de la rodilla, pie en posición equino- varo.

3.9.3 Malformaciones a nivel sacro.

Parálisis y deformidades sólo a nivel del los pies (pie zambo paralítico, pie calcáneo paralítico, pie valgo paralítico).

3.10 Determinación del nivel.

La determinación del nivel neurológico afectado en el mielomeningocele es crucial. Permite la evaluación de los siguientes cinco criterios funcionales principales:

- Determinación del grado de desequilibrio muscular alrededor de cada una de las principales articulaciones de la extremidad inferior.
- Evaluación del grado y carácter de cualquier deformidad.
- Evaluación de la función remanente y la necesidad de aplicar aparatos ortopédicos de soporte o efectuar intervención quirúrgica.
- Evaluación de la función vesical e intestinal.
- Análisis fundamental para el control a largo plazo.

Aunque el defecto a menudo produce una pérdida total de la inervación por debajo del mismo, éste no siempre es el caso. En muchos pacientes habrá inervación parcial de varios niveles por debajo del principal nivel de afección, o desnervación parcial de varios niveles por arriba del mismo. Por lo tanto, es necesario determinar no sólo el nivel que parece estar afectado principalmente, sino también el grado en el cual pueden ser afectados otros niveles. El nivel de afección puede ser determinado a través de examen muscular, de la sensación y de los reflejos, inspección del ano y evaluación de la función de la vejiga.

Es más fácil examinar a un niño recién nacido que a un niño de otra edad. En el lactante, la piel puede ser pinchada para producir el estímulo doloroso y el músculo puede ser sometido a prueba palpándolo durante la contracción; éste reaccionará (indicación positiva de función muscular) o se mantendrá inactivo (indicación de ausencia de función muscular). Si bien es difícil graduar con precisión la fuerza muscular en un lactante, ésta se pondrá de manifiesto por la palpación y la observación; si el músculo está funcionando se le aplicará un mínimo de calificación de grado tres.

La función muscular del lactante también puede ser sometida a prueba mediante estudios electrodiagnósticos apropiados como la electromiografía y las pruebas de estimulación muscular. Los niños más grandes son más difíciles de someter a prueba en virtud de que pueden rehusarse a responder, lo cual obliga al examinador a que repita muchas veces las pruebas para obtener una evaluación precisa.

Las deformidades que son resultado de mielomeningocele suelen ser causadas por el desequilibrio muscular, cuando un músculo funciona sin oposición o contra un antagonista debilitado es cuando se presenta la deformidad.



El desarrollo del desequilibrio muscular después del nacimiento producto del resultado de la afección a otros niveles neurológicos también puede dar lugar a deformidades.

Estas también pueden aparecer como resultado de problemas posturales cuando se aplican en forma incorrecta soportes o férulas; así mismo cuando las extremidades se mantienen constantemente en una posición hasta que quedan rígidas o bien si el paciente permanece acostado en una sola posición en su cama (en la mayoría de los casos las caderas permanecen en flexión, abducción y rotación externa, las rodillas se flexionan y los pies adoptan posición de equino en diversos grados).

3.10.1 Nivel neurológico L1-L2 (L1 esta integro, L2 no).

Función motora.

Cadera.

- Ausente.

Examen motor para determinar el nivel neurológico.

No hay función; puede haber cierta flexión de la cadera por la innervación parcial del iliopsoas.

Rodilla.

Función motora.

- No hay función.

Pie.

Función motora.

- No hay función.

Examen de la sensación.

No hay sensación por debajo de la banda de L1.

Examen de reflejos.

Ninguno de los reflejos tendinosos profundos de la extremidad inferior funciona.

En ocasiones, puede ocurrir actividad refleja como resultado del funcionamiento de una porción de la médula por debajo del nivel neurológico afectado (arco reflejo íntegro).

Función de evacuación urinaria e intestinal.

La vejiga urinaria no funciona; el paciente presenta incontinencia, el ano está abierto y no ocurre espasmo anal. Debe hacerse notar que la preservación sacra no es rara en cualquier nivel.

3.10.2 Nivel neurológico L2-L3 (L2 esta íntegro, L3 no).

Función motora.

Cadera.

- Flexión: parcial.

- Aducción: parcial.

La flexión es considerable, ya que el iliopsoas también está innervado casi por completo. Además, hay una deformidad en flexión de la cadera debido a que iliopsoas no tiene oposición por el principal extensor de la cadera que es glúteo mayor.

Hay ligera deformidad de aducción de la cadera en virtud de que el grupo de aductores es innervado parcialmente y no recibe la oposición del principal abductor de la cadera que es el glúteo mediano.

Rodilla.

- Extensión: parcial.

La rodilla no está deformada a pesar del pequeño grado de función del extensor de la rodilla, el cuádriceps. No hay función clínica manifiesta importante.

Pie.

- No hay función.

Examen de la sensación.

Anestesia por debajo de la banda de L2.

Examen de reflejo.

Ninguno de los reflejos de la extremidad inferior funciona.

Función urinaria e intestinal.

No se encuentran presentes. El paciente no puede orinar con suficiente fuerza cuando está tranquilo; sólo puede hacerlo en forma de goteo. Sin embargo, cuando el paciente llora, puede aparecer un chorro de orina como consecuencia de la tensión del músculo recto abdominal y del aumento correspondiente en la presión intraabdominal.

3.10.3 Nivel neurológico L3-L4 (L3 esta integro, L4 no).

Función motora.

Cadera.

- Flexión: presente.
- Aducción: presente.

La cadera presenta deformidades de flexión aducción y rotación externa.

Rodilla.

- Extensión: presente.

La rodilla queda fija en extensión por el cuadriceps.

Pie.

- No hay función.

Examen de la sensación.

La sensación es normal hasta la rodilla. Por debajo de la misma no hay sensación.

Examen de reflejo.

Puede haber un ligero reflejo patelar aunque por supuesto está disminuido.

Función urinaria e intestinal. Se pierden.

3.10.4 Nivel neurológico L4-L5 (L4 esta integro, L5 no).

Cadera.

- Flexión: presente.
- Aducción: presente.

La cadera tiene deformidades en flexión y aducción, ya que siguen sin tener oposición los músculos iliopsoas y aductor. Tal aducción sin oposición con el tiempo bien puede dar por resultado luxación de la cadera y finalmente, una deformidad en flexión y aducción fija. Para la deambulacion, será necesario un soporte ortopédico para toda la pierna con cinturón pélvico, ya que la cadera queda inestable por falta de control de la extensión y de la abducción. Otra posible solución es una intervención quirúrgica.

Rodilla.

- Extensión: presente.

La rodilla tiene una deformidad en extensión como resultado de la acción del cuádriceps. Los principales flexores de rodilla, los tendones de la corva internos y

externos (L5 y S1), están desnervados. Una rodilla extendida es relativamente estable y no es necesaria la aplicación futura de soporte.

Pie.

- Dorsiflexion: parcial.
- Inversión: parcial.

El único músculo funcional en el pie es el tibial anterior.

Examen de sensación.

La sensación se extiende hasta el lado medial de la tibia y el pie. La superficie externa de la tibia y las porciones medial y lateral del dorso del pie tienen anestesia. Un pinchazo es la forma mas eficaz para examinar la sensación del lactante, la sensación esta presente la criatura llora o mueve la extremidad. Una respuesta triple al pinchazo (flexión de la cadera y la rodilla, Dorsiflexión del pie) no debe confundirse con la función motora en estas articulaciones. Dicha respuesta refleja triple, general, puede ocurrir aun cuando el pequeño este por completo paralizado.

Examen de reflejo.

El reflejo patelar funciona, en tanto que el reflejo de Aquiles no lo hace.

Función de evacuación urinaria e intestinal.

Pierden la función la vejiga y el intestino.

3.10.5 Nivel neurológico L5-S1 (L5 esta integro, S1 no).

Función motora.

Cadera.

- Flexión: presente.
- Aducción: presente.
- Abducción: presente.

Hay una deformidad en flexión de la cadera, ya que el glúteo mayor no está funcionando. Hay ahora un equilibrio entre la aducción y la abducción; sin embargo, todavía puede haber una deformidad por aducción mínima en virtud del glúteo mediano, está ligeramente débil. En virtud de este equilibrio parcial, suele no haber luxación de la cadera.

Rodilla.

- Extensión: presente.
- Flexión: parcial.

Pie.

- Dorsiflexión: presente.
- Inversión: presente.

Todos los dorsiflexores funcionan. Por lo tanto, el pie tendrá solo una deformidad de dorsiflexión (pie talo).

Examen de sensación.

Anestesia en el lado lateral y la superficie plantar del pie.

Examen de reflejo.

Todavía no está presente el reflejo Aquiles.

Función urinaria e intestinal.

La vejiga e intestino todavía no son funcionales.

3.10.6 Nivel neurológico S1, S2 (S1 íntegro, S2 no).

Función motora.

Cadera.

- Flexión: presente.
- Extensión: parcial.
- Aducción: presente.
- Abducción: presente.

Rodilla.

- Extensión: presente.
- Flexión: presente.

Pie.

- Dorsiflexión: presente.

- Flexión plantar: parcial.
- Inversión: presente.
- Eversión: presente.

Examen de la sensación.

La sensación es normal excepto por la franja posterior en el muslo, la pantorrilla y la planta del pie.

Examen de reflejo.

El reflejo del tendón de Aquiles, aunque funciona, puede estar débil.

Función urinaria e intestinal.

La vejiga y el intestino todavía no funcionan.

3.10.7 Nivel neurológico S2-S3 (S2 integro, S3 no).

Función motora.

Cadera.

- Normal.

Rodilla.

- Normal.

Pie.

- Con el tiempo los dedos del pie pueden estar deformados en garra; también puede haber una deformidad de cavo varo.

Examen de la sensación.

Normal.

Examen de reflejo.

Normal.

Función urinaria e intestinal.

A menudo hay cierta actividad de la vejiga hay presente un espasmo anal parcial.

3.11 Rasgos sobresalientes del desarrollo.

El sentarse, ponerse de pie y caminar son tres indicadores de desarrollo que son de utilidad para determinar la capacidad funcional motora que en general tendrá en un futuro el paciente.

3.11.1 Sentarse.

Normalmente, un niño aprende a equilibrarse por sí mismo al sentarse a los seis meses de edad, y puede adoptar la posición sedente hacia los siete a ocho meses de edad. Un niño con una lesión por arriba del nivel L3 adquiere capacidad más tarde alrededor de los diez meses debido a que tiene debilidad muscular alrededor de las caderas. Un niño con una lesión torácica alta puede tener inestabilidad en la columna, que lo obligue a mantener el equilibrio por sí mismo con la ayuda de sus

manos en la posición trípode. Una artrodesis raquídea estabiliza la columna vertebral, dejando libre las manos para las actividades cotidianas.

3.11.2 Pararse.

Un niño normalmente puede incorporarse por sí mismo hasta la posición vertical hacia los nueve a diez meses de edad. Un niño con un mielomeningocele torácico no puede hacer esto, no importa el nivel de la lesión. Así, pues, debe proporcionársele soporte externo para que mantenga su estabilidad.

3.11.3 Caminar.

La deambulación normalmente comienza hacia los 12 a 15 meses de edad (límites: 8 a 18 meses). Aunque casi todos los niños con mielomeningocele tienen problemas de ambulación, es posible la marcha independiente con la ayuda de aparatos, los niños por lo general necesitan más soporte externo, de lo que requiriesen si fueran adultos, hasta que llegan a la adolescencia media (12 a 15 años). Después de esta edad, la mayoría de los pacientes con lesiones por arriba de S1 llegarán a ser caminantes limitados debido a la energía excesiva que deben consumir como resultado del peso que sus brazos deben soportar; la ambulación con soportes y muletas requiere la misma energía que correr a la velocidad máxima.

3.11.4 Lesiones unilaterales.

No son raras las médulas bífidas con niveles de función muy discrepantes. Existe la importante posibilidad de que un espolón óseo o cartilaginoso produzca compresión de la médula a medida que crece el raquis; la presencia de algún signo de pérdida unilateral de la función constituye una indicación para efectuar un mielograma. La escoliosis curvatura lateral de la columna, es un problema concomitante importante en los pacientes de este grupo.

3.12 Examen de las extremidades.

Si bien la gran mayoría de las lesiones por mielomeningocele ocurren en la región lumbosacra, las lesiones mas altas que afectan a la extremidad superior pueden ocurrir asociadas a estas lesiones inferiores.

Para los pacientes con mielomeningocele es de vital importancia el uso de las extremidades superiores debido a que caminan con aditamentos ortésicos y auxiliares como muletas o andadores.

3.12.1 Sugerencias para el examen del paciente con mielomeningocele.



No confunda la respuesta en masa con el control voluntario de la capacidad motora aun cuando un estímulo de pinchazo puede producir movimiento en masa de las tres articulaciones (respuesta triple), el lactante no necesariamente siente el estímulo nocivo.

Es necesario observar la presentación de llanto o cambios en la expresión facial del niño para determinar si hay un reconocimiento central del dolor.

Para someter a prueba los músculos de la región poplítea coloque al paciente en posición prona en el borde de la mesa de exploración, de modo que sus caderas y extremidades inferiores cuelguen libremente. Haga que permanezca estable.

Luego determine si puede flexionar las rodillas. Si estas se flexionan están trabajando contra la fuerza de la gravedad y funcionando por lo menos con un grado 3 de fuerza. Durante el examen, palpe en la parte interna para determinar la actividad del semimembranoso y el semitendinoso y en la porción lateral para el bíceps crural.

Para someter a prueba el glúteo mayor, indique al paciente que siga en la misma posición y dígame que extienda sus caderas, lo cual indica actividad del glúteo mayor.

Es mucho más fácil evaluar la función en niños pequeños jugando con ellos que sometiéndolos a un examen formal. Asegúrese de que el paciente esté confortable y cómodo durante el examen.

3.13 Tratamiento.

3.13.1 Prevención primaria.

Tratamiento con ácido fólico, iniciado 2 meses antes de la gestación.

Detección prenatal.

- Durante el primer mes de gestación, efectuar el examen de sangre llamado examen triple.
- Ecografía.

- Amniocentesis.



3.13.2 Prevención secundaria.

Cesárea electiva.

Tratamiento neuroquirúrgico.

Determinación del nivel neurológico.

- Radiografía de columna.
- Ultrasonido de columna.
- T.A.C.

3.13.3 Rehabilitación física.

Mejora la calidad de vida, aminorando la progresión de la discapacidad.

Prerrequisitos.

- Equipo multidisciplinar.
- Interacción familia, paciente, comunidad y equipo.

Requisitos.

- Metas realistas.
- Conocimiento y respeto por los miembros del equipo.
- Programación de actividades específicas.
- Calendario de actividades.
- Evaluación continúa del paciente.



CAPÍTULO IV

DISPOSITIVO ORTÉSICO RODILLA, TOBILLO, PIE

4. Introducción

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.

La extremidad inferior forma una unidad anatómo-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, especializada en la transmisión de este apoyo al suelo, y la región proximal o cintura pelviana, encargada de la transmisión de peso desde el tronco a la extremidad inferior.

Así, en las extremidades inferiores se necesita una gran movilidad y estabilidad articular, junto a una buena alineación, para que tengan lugar las actividades funcionales requeridas a este nivel, como lo son la bipedestación, la deambulación, la sedestación, las transferencias, los cambios de posición, el aseo íntimo de la zona génito-urinaria e intestinal.

Es conveniente señalar que las alteraciones patológicas que afectan a 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 marcha y, durante la misma, la extremidad inferior está sometida a las mayores tensiones mecánicas, como consecuencia de la carga del peso corporal.

4.1 Principios de funcionamiento.

Las ortesis son mecanismos técnico-ortopédicos auxiliares y terapéuticos. Sirven para sustituir o corregir las funciones dañadas o perdidas del aparato locomotor, las ortesis corrigen o apoyan funciones biomecánicas.

La nomenclatura utilizada para describir los diferentes tipos de ortesis depende de la región anatómica, el inventor del sistema o el lugar donde fueron desarrollados. Para facilitar la comunicación y el uso de acrónimos se desarrollo un sistema que utiliza la primera letra en inglés de cada articulación sobre la cual actúa la ortesis, añadiendo una "O" para ortesis al final de la palabra.

- AFO: Ankle foot Orthosis.
- KO: Knee – Orthosis.
- KAFO: Knee - Ankle foot Orthosis.
- HKAFO: Hip - Knee - Ankle foot Orthosis.
- HO: Hip Orthosis.

Las funciones biomecánicas de las ortesis de la extremidad inferior son:

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

Lehmann (1985) considera tres grupos principales según funcionamiento:

- **Deficiencias esqueléticas y articulares: el diseño de estas ortesis proporciona una alineación correcta de los huesos y articulaciones y disminuye el soporte de peso sobre la extremidad inferior a través del sistema esquelético.**

- **Debilidad muscular de la extremidad inferior:** aquí se agrupan las ortesis en casos de parálisis y paresia en enfermedades de neurona motora superior o inferior, también se utilizan para la prevenir el desarrollo de deformidades.
- **Electroestimulación:** son ortesis que generan estimulación al músculo por medio de electrodos incorporados.

4.2 Biomecánica general.

El diseño y la adaptación de una ortesis ejercen influencia una sobre la otra, que sin embargo se conceptualizarán separadamente para diferenciarlos. El diseño se ocupa tanto de la posición de las piezas, unas con respecto a otras, como también respecto a un sistema de referencia tridimensional, el cual puede representarse de una forma simplificada como líneas de fuerza o perpendiculares. La adaptación por el contrario se refiere al ajuste de las piezas de la ortesis a las características anatómicas, en especial a las prominencias óseas, partes blandas, bordes blandos eventuales, etc.

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

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

4.3 Ortesis de rodilla, tobillo y pie (KAFO).

Son prescritas con el objetivo de proporcionar estabilidad de rodilla durante la fase de apoyo del ciclo de la marcha, en presencia de una debilidad severa de la extremidad inferior, debido a lesiones de neurona motora superior o inferior.

Debe proporcionar las siguientes funciones biomecánicas.

- Estabilidad mediolateral del tobillo.
- Estabilidad de rodilla.
- Estimulación del despegue del pie en caso que disponga un tope anterior de flexión dorsal.

La diferencia principal de las ortesis tobillo-pie con las ortesis de rodilla, tobillo, pie es la función de la estabilización de rodilla que se logra mediante la aplicación de tres fuerzas una aplicada anteriormente, que evite la flexión de la rodilla en la fase de apoyo y dos aplicadas posteriormente, en la parte superior del muslo y a nivel del calzado.

La estabilización de rodilla también se logra con diversas configuraciones de cinchas que se denominan estabilizadores. **Lehman y Warren (1976) analizaron que el caso más favorable es cuando las fuerzas se distribuyen sobre dos bandas una situada sobre el tendón patelar y otra en la zona suprapatelar.**

4.4 Anatomía de la articulación bajo los criterios de la ortésica.

4.4.1 Alineación.

Los ejes de las articulaciones deben estar horizontales y paralelos unos respecto a otros. Los movimientos de estos van de acuerdo a indicaciones médicas: libres, parcialmente libres o bloqueadas.

Las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo no pueden ser bloqueadas al mismo tiempo si no se utiliza un sistema auxiliar.

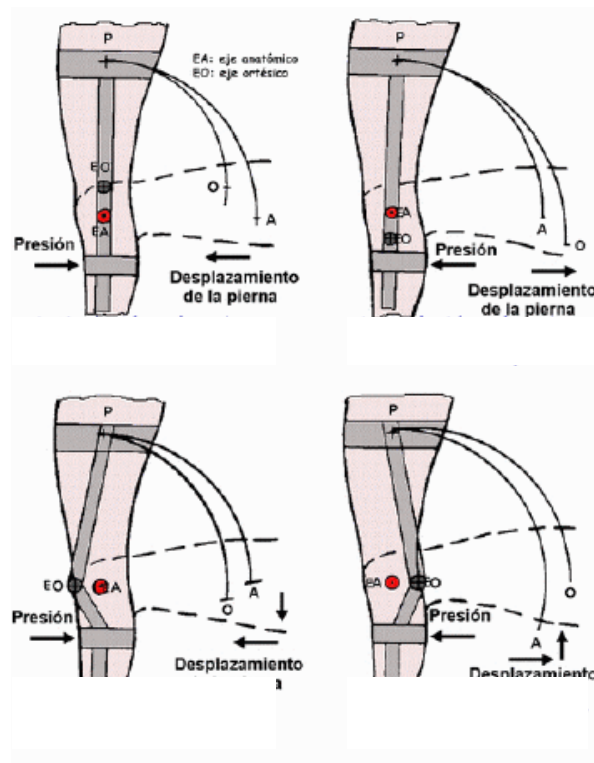
Sagitalmente la articulación de cadera se ubica sobre el trocánter mayor y corta con una línea de plomada y el punto donde se une la horizontal a la vertical es la ubicación para la articulación mecánica.

Para ubicar el punto exacto de compromiso se mide el diámetro antero-posterior a nivel de dos centímetros por arriba de la línea interarticular de la rodilla y se divide en un 40% posterior y un 60% anterior y en el punto donde se cortan la línea horizontal y vertical; se ubica la articulación mecánica.

La articulación mecánica del tobillo se ubica localizando los ápex de ambos maléolos se mide la distancia hacia el suelo se hace la sumatoria y se divide en dos, al tener el resultado se mide la distancia del suelo hacia arriba y se traza una línea, posteriormente se mide la distancia transversal del maléolo medial a el maléolo lateral, se divide en dos trazando cada mitad del tendón de Aquiles hacia medial y lateral cruzándose con la línea antes trazada.

4.4.2 Colocación errónea de articulaciones ortésicas de rodilla.

El siguiente gráfico muestra un 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.

Al colocar la articulación mecánica demasiado alta, con relación a la articulación anatómica se produce un desplazamiento anterior de la pierna, provocando una presión en la parte anterior de la pierna.

Al colocar la articulación mecánica demasiado baja, con relación a la articulación anatómica se produce un desplazamiento posterior de la pierna, provocando una presión en la parte posterior de la pierna.

Al colocar la articulación mecánica demasiado anterior, con relación a la articulación anatómica se produce un desplazamiento anterior y caudal de la pierna, provocando una presión en la parte anterior de la pierna.

Al colocar la articulación mecánica demasiado posterior, con relación a la articulación anatómica se produce un desplazamiento posterior y craneal de la pierna, provocando una presión en la parte posterior de la pierna.

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

CAPÍTULO V

LOCOMOCIÓN HUMANA ORTESIS RODILLA, TOBILLO, PIE (KAFO)

5. Locomoción humana.

El conocimiento de la locomoción humana normal es la base del tratamiento sistemático y del manejo de la marcha patológica, especialmente cuando se usan prótesis y ortesis.

La locomoción humana normal se ha descrito como una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad. Más específicamente, la locomoción humana normal puede describirse enumerando algunas de sus características. Aunque existen algunas diferencias en la forma de la marcha de un individuo a otro, estas diferencias caen dentro de pequeños límites.

El ciclo de la marcha comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo y la fase de balanceo.

5.1 Características del cuadro de la marcha normal.

- División de la fase de apoyo.

Contacto del talón.

La fase de apoyo comienza en el instante en que el talón de la pierna de referencia toca el suelo.

Apoyo plantar.

Se refiere al contacto de la parte anterior del pie con el suelo.

Apoyo medio.

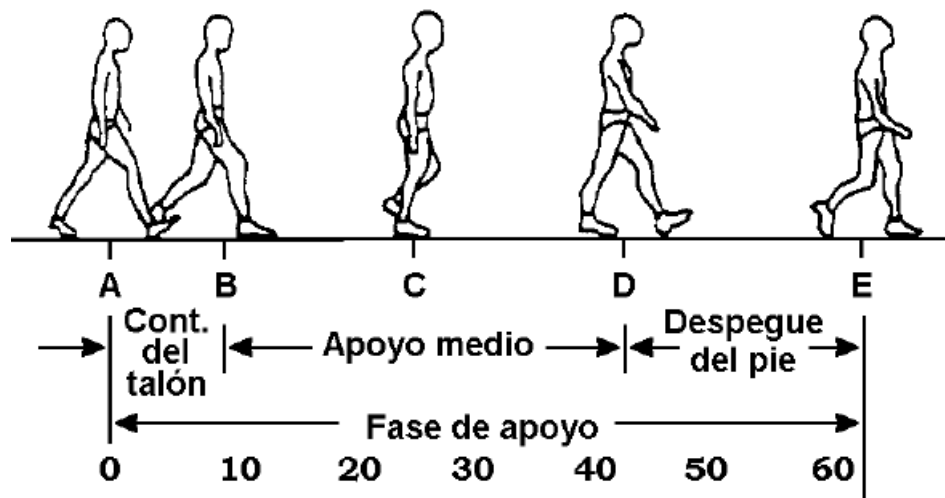
Ocurre cuando el trocánter mayor está alineado verticalmente con el centro del pie, visto desde un plano sagital.

Elevación del talón.

Ocurre cuando el talón se eleva del suelo.

Despegue del pie.

Ocurre cuando los dedos se elevan del suelo.



- División de la fase de balanceo.

Aceleración.

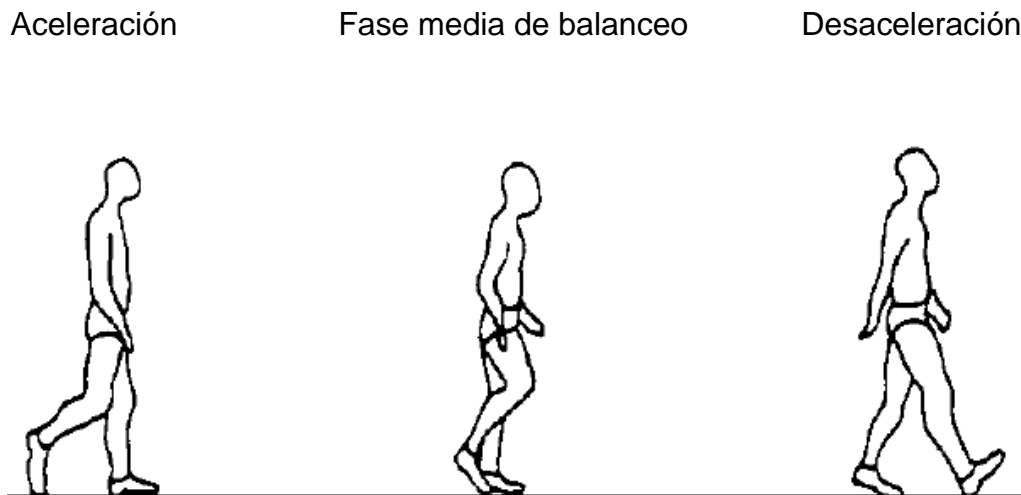
La fase de balanceo comienza en el momento en que el antepié abandona el suelo. En ese punto el pie es acelerado para impulsarlo y adelantarlo al cuerpo.

Fase media de balanceo.

Sucede cuando el pie hace un movimiento pendular bajo el cuerpo. La pierna balanceada pasa a la otra pierna, moviéndose hacia delante de la misma, ya que está en fase de apoyo. En este punto debe elevarse suficientemente la extremidad para no tocar el suelo.

Desaceleración.

Ocurre después de la fase media de balanceo, cuando se desacelera el movimiento hacia adelante de la pierna, para controlar la posición del pie, poco antes del choque del talón.



5.2 Ayudas a la deambulación.

Constituyen una categoría de equipamiento, incluye los dispositivos con los que las personas que padecen de alguna discapacidad, tienen la posibilidad de realizar actividades cotidianas o profesionales.

El objetivo de estas ayudas se puede dividir en tres funciones básicas:

- Equilibrio.
- Descarga.
- Propulsión.

Cualquier ayuda a la marcha debe ser objeto de una prescripción por parte de personal especializado, teniendo en cuenta las características y modo de utilización, posibilidades de equilibrio de la persona evaluada y tipo de marcha evaluado para el paciente.

Muletas de apoyo en antebrazo.

Constituyen la ayuda a la marcha más funcional para descarga y balanceo. El apoyo sobre la empuñadura y la abrazadera de antebrazo proporciona estabilidad al trabajo de los músculos, así como posibilita la transferencia de peso del cuerpo al suelo.

5.3 Patrones de marcha con ayuda a la deambulaci3n.

Marcha en cuatro tiempos.

Es la más simple, la secuencia es:

- Bast3n derecho.
- Pie izquierdo.
- Bast3n izquierdo.
- Pie derecho.

Es una marcha segura ya que siempre hay tres puntos de apoyo, con este patr3n no se descarga completamente ninguna pierna. Esta marcha requiere unas

extremidades superiores fuertes, una gran concentración y esfuerzo así como una velocidad de progresión lenta.

Marcha alternante en dos tiempos.

Responde a la siguiente secuencia:

- Ayuda derecha y pie izquierdo.
- Ayuda izquierda y pie derecho.

La persona avanza a la vez una extremidad inferior y la ayuda contralateral respetando el esquema de la marcha fisiológica, permite una velocidad de progresión normal pero exige un mayor equilibrio ya que solo existen dos puntos de apoyo.

Marcha simultánea en dos tiempos.

Se produce un avance sucesivo:

- Las dos ayudas y la extremidad inferior lesionada.
- Extremidad inferior sana.

Este tipo de marcha permite la descarga parcial o total de la extremidad inferior lesionada, la progresión se asegura por la pierna sana.

Marcha pendular o deambulacion pendular bilateral.

Consiste en:

- Avance simultaneo de los bastones o muletas sobre una misma línea anterior con los codos en extensión.

- Proyección del cuerpo y de las extremidades inferiores con movimiento de péndulo.

Este tipo de marcha requiere equilibrio destreza y coordinación lo que conlleva un largo entrenamiento, representa un esfuerzo considerable de las extremidades superiores.

CAPÍTULO VI

ALTERACIONES DE LA MARCHA ORTESIS RODILLA, TOBILLO, PIE (KAFO)

6. Alteraciones de la marcha con la utilización de ortesis.

La utilización de una ortesis afecta el patrón de marcha individual de una persona. Una ortesis de diseño y construcción adecuados ayuda al paciente a caminar de forma más confortable y eficiente, es poco probable que pueda reconstruir el patrón de marcha de una persona normal.

Una ortesis provoca una modificación en la distribución de fuerzas que puede limitar o asistir la locomoción.

6.1 Inclinación lateral del tronco.

Causas ortésicas.

- Altura excesiva de la barra medial.
- Insuficiente levantamiento del pie.

Causas anatómicas.

- Abductores de cadera débiles.
- Contractura de abductores.
- Luxación de cadera.

6.2 Elevación de la pelvis.

Causas ortésicas.

- Bloqueo de articulaciones de cadera y rodilla, sin utilizar compensación en el calzado contralateral.
- Pie equino no compensado con alza contralateral.

Causas anatómicas.

- Flexores de cadera débiles.
- Espasticidad de los extensores de cadera.

6.3 Rotación interna / externa.

Causas ortésicas.

- Alineación incorrecta en el plano transversal de cadera.

Causas anatómicas.

- Debilidad muscular de cadera.

6.4 Circunducción.

Causas ortésicas.

- Bloqueo de articulaciones cadera, rodilla no compensado en el pie contralateral.
- Pie equino no compensado con alza contralateral.

Causas anatómicas.

- Flexores de cadera débiles.
- Contractura de abductores.

6.5 Amplitud del paso.

Causas ortésicas.

- Altura excesiva de la barra medial.
- Bloqueo de articulación de rodilla no compensado en el pie contralateral.

Causas anatómicas.

- Contractura de abductores.
- Genu valgo.
- Debilidad de aductores

6.6 Inclinación anterior del tronco.

Causas ortésicas.

- Bloqueo de articulación de rodilla erróneo.

Causas anatómicas.

- Debilidad del cuadriceps.

6.7 Hiperlordosis.

Causas ortésicas.

- Apoyo isquiático con insuficiente contra fuerza en el borde anterior de la ortesis.
- El apoyo isquiático tiene características que provocan anteversión de la pelvis.

Causas anatómicas.

- Contractura en flexión de cadera.
- Extensores de cadera débiles.

6.8 Inestabilidad de rodilla.

Causas ortésicas.

- Bloqueo de articulación de rodilla erróneo.

Causas anatómicas.

- Contractura en flexión de rodilla.
- Debilidad del cuadriceps.

CAPÍTULO VII

PROCESO DE ELABORACIÓN.
ORTESIS RODILLA, TOBILLO, PIE (KAFO)

7. Proceso de elaboración para un KAFO (Ortesis de rodilla, tobillo, pie).

7.1 Equipo, herramientas y materiales utilizados.

▪ Equipo.	Cinta métrica.
Cortadora eléctrica oscilante.	Recipiente.
Horno.	▪ Materiales.
Fresadora.	Panty media.
Bomba de vació.	Venda de yeso 4´.
Caladora.	Yeso calcinado.
Pistola de calor.	Color para yeso.
▪ Herramientas.	Polipropileno.
Goniómetro.	Barras de aluminio.
Calibrador de exteriores.	Cemento de contacto.
Protector para corte.	Cinta adhesiva.
Cortador para yeso.	Marcador.
Alza de 2 cm.	Remaches de cobre
Escofina media caña.	Tornillos, Clavos.
Escarpa.	Thiner.
Lápiz de tinta indeleble	Cuero.
Láser o plomada.	Suela de hule.
Hoja de medidas.	Hebillas.
Grifas.	Aliplast.

7.2 Elaboración para un KAFO (Ortesis de rodilla, tobillo, pie).

Es de suma importancia en el proceso seguir un orden en la elaboración; como el que se muestra a continuación:

- Toma de medidas.
- Proceso de elaboración de molde negativo.
- Evaluación del molde negativo.
- Elaboración del molde positivo.
- Termoconformado.
- Ajuste y adaptación de las barras.
- Líneas de corte de la ortesis.
- Prueba.
- Entrega.

7.2.1 Toma de medidas.

Diámetro a-p:

- Rodilla.

Diámetro m-l a nivel de:

- I - V metatarsianos.
- Maléolos.
- Rodilla.



Circunferencias.

- Parte más angosta del tobillo.
- Parte más gruesa de la pantorrilla.
- A nivel de la rodilla.
- Muslo en su parte distal.
- Muslo en su parte proximal.

Otras medidas que se toman en cuenta son:

- Altura del piso al ápex del maléolo medial y externo.
- Altura desde el piso a la línea interarticular de la rodilla.
- Medidas de longitud del pie.
- Altura del alza o tacón.

7.2.2 Proceso de elaboración del negativo.

Es de suma importancia tomar la impresión exacta de la extremidad afectada, haciendo las correcciones que sean posibles, esto facilitará el trabajo sobre el molde positivo y además una buena adaptación de la ortesis.

7.2.3 Preparación.

Antes del recubrimiento con venda de yeso, se protege el área a enyesar con media panty, evitando formar arrugas que puedan distorsionar la superficie interna del molde de yeso y se procede a marcar con un lápiz indeleble las prominencias óseas (cabezas de I y V metatarsiano, maléolos, cabeza del peroné, la patela, la línea interarticular de la rodilla, los puntos de mayor sensibilidad, las zonas de apoyo y otros lugares de referencia).

Luego se procede a colocar un protector longitudinalmente sobre la extremidad afectada; que servirá al momento de cortar el molde negativo.

7.2.4 Vendaje.

Se humedecen las vendas de yeso y se colocan circularmente sobre la extremidad y por debajo del anillo uniéndolo directamente con este, continua el vendaje cuidando que su espesor sea uniforme y se pueda cortar sin dificultad.

7.2.5 Conformado.

Mientras el yeso se fragua, se sostiene el anillo y se contornean los bordes del negativo anatómicamente que permita una distribución de presiones y no impida la libre función de grupos musculares. Realizado el proceso de vendaje y conformado, se deja fraguar hasta que se haya endurecido.

Luego se trazan unas líneas horizontales de referencia sobre el yeso y se procede a cortar con una cuchilla o sierra. Después se corta con unas tijeras sin punta la media para finalmente retirar el molde negativo de la pierna del usuario.

Para volver a reconstruir el molde con su forma original se unen los bordes seccionados haciendo coincidir las líneas de referencia trazadas y se cierra la abertura con venda de yeso.



7.2.6 Evaluación del molde negativo.

En esta parte del proceso se evalúa el grado de corrección conseguido durante la elaboración del molde negativo.

Antes de proceder al vaciado del positivo se realizaron en el molde negativo verificación de la correcta colocación del anillo de mando con respecto a la línea de progresión del pie, observando que la pared medial del anillo continúe dicha línea de progresión y el pie mantenga una angulación de 15° con respecto a la línea de progresión.



La postura que se corrigieron en el proceso son:

- Corrección de flexión de rodilla.
- Corrección de la flexión plantar.

Verificando la corrección y disminución de flexión de rodilla colocándola a 180° y el pie en posición neutra y teniendo las correcciones hechas, se sella el molde y se vacía para poder sacar el molde positivo.

7.3 Construcción del molde positivo (vaciado).

Se humedece el interior del molde negativo con una solución jabonosa que facilitará la separación entre los moldes positivo y negativo, se coloca un tubo dentro del molde; este tubo deberá quedar centrado y no hará contacto con la parte distal del molde el tubo servirá posteriormente para la fijación del positivo, luego se vierte una mezcla de yeso calcinado con agua y se deja endurecer, una vez fraguado el yeso se separan los moldes.

7.3.1 Verificación de medidas.

Estas son verificadas sobre el molde positivo según hoja de información.

7.3.2 Rectificación del molde positivo.

- Se procede entonces a la rectificación; con ayuda de una escofina se eliminan las irregularidades.
- Se incrementa presión donde se precise y se añade yeso donde se requiera liberar presión.
- Se rectifica la planta del pie con el fin de lograr que la superficie del talón sea paralela al punto del rodaje del pie y del piso.
- Se aumenta yeso para alargar la zona de los dedos del pie (10 a 20 mm).
- Se eleva la zona de los dedos a partir del punto de rodaje 5 a 10 mm.
- Se lija toda la superficie del molde positivo hasta conseguir un acabado sin irregularidades.

7.3.3 Alineado del molde positivo.

El molde negativo fue tomado con anillo de apoyo isquiático, ya que en el momento de la toma de molde no se contaba con las radiografías para la comprobación del mismo, debido a que las ortesis anteriores del usuario requerían dicho apoyo. Al obtener la respuesta radiológica se descartó la luxación de cadera, por lo cual se procedió a eliminar el apoyo isquiático ya que fue un beneficio más para no utilizarlo en este usuario debido a que no era necesario eliminar cargas axiales sobre la extremidad afectada.



El yeso debe permanecer estático en posición vertical sobre una superficie plana horizontal paralelo al piso o una caja de alineamiento, con el alza compensatoria bajo el talón de 2 cm; ya que se eliminó 1 cm. para facilitar la fase de balanceo.

Se controla la línea perpendicular o línea de carga que pasa en la pierna en los planos frontal y sagital. En el plano frontal la perpendicular deberá cortar el muslo en un 50% medial y un 50% lateral pasando en el centro de la rodilla y cortando entre el 1^{er} y 2^{do} dedo del pie.

En el plano sagital la perpendicular pasa sobre el ápex del trocánter mayor, cortando la rodilla 60% anterior y 40 % posterior y ligeramente por delante del maléolo externo del pie.

El punto de compromiso para ubicación la articulación mecánica de rodilla; se establece con una horizontal que corta el plano sagital 15 mm. craneal de la articulación anatómica toman este parámetro ya que es un niño. Arriba de la línea interarticular, donde el punto de salida se ubica entre el 60% anterior y el 40 % posterior de la rodilla (este punto de compromiso es marcado sobre el molde positivo con el lápiz indeleble).

7.4 Termoconformado.

En el proceso de termoconformado para KAFO; generalmente se usa el polipropileno el cual se trabaja en un horno de alta temperatura.

Antes de plastificar el positivo, se debe marcar con exactitud el sitio donde se instalarán las articulaciones, esto se puede hacer con lápiz indeleble o con clavos para poder encontrar el punto de compromiso una vez terminado el proceso de termo conformado.

Normalmente se usa polipropileno de 5mm de espesor, aunque esto puede variar según el peso del usuario. Es importante que el yeso este bien seco para obtener buenos resultados en el termo conformado.

El molde positivo es aislado con una media panty y se corta la lámina de plástico teniendo en cuenta las siguientes medidas:

- Circunferencia a nivel de la garganta del tobillo.
- Circunferencia a nivel del borde proximal del muslo.

- El largo desde la punta del pie hasta 10 cm aproximadamente por encima del borde proximal.

Cuando el polipropileno ha alcanzado la temperatura (180°C), se retira del horno levantándolo por las 4 esquinas con ayuda de otra persona y se coloca sobre el positivo; mientras un técnico se ocupa del muslo, el otro trabaja en la región de la pantorrilla, tobillo y pie; el plástico es unido entre si en la cara anterior del molde, después se acciona el sistema de vacío (succión) la cual se cierra hasta que el polipropileno se ha enfriado lo suficiente.



7.5 Ajuste y adaptación de barras.

En seguida se colocan las barras sobre el molde termoconformado; teniendo en cuenta de conservar el eje mecánico que estará situado 1.5 cm por arriba del eje anatómico.



Las barras están ubicadas exactamente en las líneas medias lateral y medial. Con ayuda de las grifas se conseguirá que las barras se conforman a lo largo del molde termoconformado para lograr dar un control medio lateral de la ortesis, cuidando que las articulaciones estén paralelas entre si a nivel de la rodilla. Una vez conformadas las barras se empieza con la marcación y perforación de las mismas solamente abriendo dos perforaciones en la barras inferiores y superiores.

7.6 Corte de la ortesis.

Se trazan las líneas de diseño para el corte de la ortesis y se prepara el montaje nuevamente para el chequeo del paralelismo.

7.6.1 Montaje de la ortesis.

Después de hacer los cortes se procede a pulir los bordes del polipropileno, se fijan las barras con tornillos de prueba. Se debe verificar la alineación (paralelismo) de las barras a nivel de la rodilla para que permita una flexión y extensión libre de la ortesis. Y se da un acabado provisional a la ortesis antes de la prueba.

En la verificación del paralelismo se necesitará un nivel de escuadra o un pie de rey. Se coloca el pie de rey en una posición paralela al piso, ubicando la pared medial de cada uno de los brazos sobre la pared lateral de las cabezas articulares de las barras en los segmentos de muslo y pierna. Se debe observar que las cabezas articulares estén a escuadra con respecto al calibrador o pie de rey y que los ejes sean horizontales y paralelos al piso.

Este proceso se realiza para obtener una congruencia entre los ejes articulares mecánicos observados en diversos planos, ya que de no existir esta congruencia, la ortesis no tendrá un correcto funcionamiento, provocando un desgaste prematuro de sus partes y presiones sobre la extremidad del usuario.

7.7 Prueba de la ortesis (KAFO).

Se coloca la ortesis sobre la pierna del usuario y la fijamos por medio de cinta adhesiva y se procede a efectuar la prueba en donde se inspecciona:

- La adaptación entre la extremidad y el KAFO.
- La altura del aparato con respecto a la extremidad.
- Los puntos de presión.
- La altura de la articulación mecánica de la rodilla.
- Se verifica que se guarde equilibrio en la deambulación con la ortesis.
- Se debe comprobar que la adaptación, funcionalidad y confortabilidad del usuario es la adecuada.
- Se pide al usuario caminar con el KAFO.
- Se observa el alineamiento del aparato.
- Después de unos minutos, se retira la ortesis y se examina la piel del usuario para detectar las posibles zonas de presión.
- En ningún punto debe existir contacto directo de la piel del usuario con el metal.

Después de haber verificado estos aspectos; y realizar las modificaciones requeridas se procede a hacer el acabado final de la ortesis, que comprende:

Fijar definitivamente las barras laterales articuladas. Para tal efecto se usan remaches de cobre de 3/16”.

Adaptación de las fajas de sujeción, por medio de remaches de cobre y sus respectivos protectores.

7.8 Entrega de la ortesis.

Durante la entrega de la ortesis se controla nuevamente todos los resultados de la prueba, se aconseja al usuario visitar periódicamente al técnico para asegurar la integridad mecánica del producto, que sus funciones y características sigan siendo las adecuadas.

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 genera presión o algún roce excesivo. 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.

El uso de un KAFO puede ocasionar los siguientes efectos indeseables:

- 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 uso prolongado de la ortesis.
- Lesiones cutáneas por aumento de sudoración.

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:

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 fabricante 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 deformalidad 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.

CAPÍTULO VIII

HISTORIA CLÍNICA PRÓTESIS TRANSTIBIAL MODULAR

8. Historia clínica.

8.1 Datos personales.

Nombre: Roberto Carlos Gómez Linares.

Genero: masculino.

Edad: 18 años.

Fecha de nacimiento: 1 de marzo de 1987.

Nacionalidad: salvadoreño.

Estado civil: soltero.

Ocupación: estudiante.

Escolaridad: séptimo grado.

Dirección: San Cristóbal, Santa Ana.

Teléfono: 7985 - 7626 / 2441 - 8464

Diagnóstico: amputación transtibial extremidad inferior izquierda.

Consulta por: elaboración de prótesis modular transtibial.

8.2 Anamnesis.

El usuario manifiesta “que el día 11 de noviembre del 2004, subió a un árbol para bajar un cometa cuando sufrió una caída y se agarró del cable. Provocando así una descarga eléctrica en donde el punto de entrada fue la mano derecha y el punto de salida el pie izquierdo, causando quemaduras. Un mes y cinco días después del accidente como consecuencia de una infección fue trasladado al hospital y se efectuó la amputación. Después de la cirugía tuvo una caída donde se abrió la herida del muñon recibiendo como tratamiento curaciones”. El usuario estuvo ingresado mes y quince días, en el Hospital San Juan de Dios posteriormente fue referido a terapia física durante el año 2005. El usuario expresa que es su segunda prótesis.

8.3 Antecedentes.

No contributorios.

8.3 Evaluación física.

8.3.1 Inspección.

Usuario se observa ambulatorio, consiente en tiempo, lugar y espacio.

Extremidades superiores.

Presenta cicatriz en la región claviclar y en las manos.

Extremidad inferior izquierda (muñón).

Muñón tercio medio, con protuberancias óseas normales, extremo distal de la tibia, borde distal del peroné y cabeza del peroné.

8.3.2 Palpación.

A la palpación presenta un muñón con tono normal, temperatura normal, estabilidad ligamentaria, con arcos de movimiento completos y fuerza muscular de extremidades inferiores grado 5, en la extremidad superior derecha presenta fuerza muscular grado tres.

8.5 Plan terapéutico.

Elaboración de prótesis endoesquelética transtibial, cuenca tipo PTB con cuenca suave de pelite, pie SACH, manga de neopreno como suspensión.

CAPÍTULO IX

MARCO TEÓRICO AMPUTACIONES TRAUMÁTICAS.

9. Amputaciones de la extremidad inferior.

Al iniciar este tema es importante anotar que la amputación ha dejado de ser una cirugía o procedimiento estrictamente mutilante y ha pasado a ser una cirugía que podría ser denominada “Reconstructiva”, ya que su objetivo, además de retirar la extremidad afectada, es el de proveer la posibilidad de rehabilitación y para lograr esto se hace necesario buscar lograr siempre una extremidad residual óptima para la adaptación de una prótesis que, conjuntamente con un adecuado programa de manejo interdisciplinario y de rehabilitación, logre suplir de la mejor manera la función perdida.



La amputación como la resección completa y definitiva de una parte o la totalidad de una extremidad, pudiendo ser congénita o adquirida por diferentes causas, debiéndose reservar sólo para cuando se han agotado todas las medidas tendientes a preservar la extremidad.

La amputación está indicada en todas aquellas circunstancias que lesionen a tal grado la vitalidad, estructura o función de una extremidad que la hagan no viable o funcional, o que de manera indirecta deterioren el estado general del paciente poniendo en riesgo su supervivencia.

De acuerdo con las diversas causas de amputación es evidente que puede presentarse en cualquier momento de la vida afectando al niño, al adulto o al anciano y originando dificultades que dependen primordialmente del tipo de personalidad y no del tipo de amputación, haciendo que un individuo con una pérdida física menor tenga mayores dificultades de adaptación que uno con pérdidas mayores.

Refiriéndonos a la experiencia de la amputación, un número de problemas de tipo físico, psicológico y social se originan por la permanencia e irrevocabilidad de la pérdida, asociada con la amputación. El paciente tiene problemas en sus capacidades físicas tales como limitaciones y fallas funcionales, mayor costo energético para actividades cotidianas como la deambulación y para la realización de tareas específicas, inconvenientes de comodidad, sensación o dolor fantasma y fatiga, así como alteraciones en su apariencia y dificultades en el manejo de su esquema corporal, al igual que temores de índole social, económico y vocacional.

El enfoque global de la problemática del amputado tanto en sus aspectos médicos, psicológicos y ocupacionales facilita una adecuada rehabilitación y adaptación a su nueva realidad. Para lograr esta meta se hace necesario en la actualidad dar un enfoque multidisciplinario de acuerdo a los diferentes aspectos, conformándose un equipo de trabajo entre el paciente, el médico, el psicólogo la enfermera, el terapeuta físico y ocupacional, el protesista y el trabajador social.

9.1 Causas de amputación.

Por factores externos (traumáticos).

- Accidentes de trabajo o transporte, etc.
- Lesiones de guerra.
- Otros sucesos traumáticos.

Por enfermedad.

- Tumores malignos (cáncer).
- Problemas circulatorios (arteriosclerosis).
- Infecciosas (osteomielitis).
- Diabetes.

Por deformaciones.

- Deformaciones congénitas.
- Deformaciones adquiridas.

Niveles de amputación.

Cuando se habla de niveles, se refiere a la altura de la extremidad en que se realizará amputación.

Amputaciones de pie.

- Amputaciones del antepié.
- Amputaciones de lisfranc.
- Amputaciones de chopart.
- Amputaciones pirogoff.
- Amputaciones de syme

Amputaciones transtibiales.

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

Desarticulación de rodilla

Amputaciones transfemorales.

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

Desarticulación de cadera.

Amputaciones de pelvis.

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

9.2 Amputación traumática.

Las amputaciones traumáticas son el resultado directo de accidentes laborales, accidentes de tránsito y desastres naturales. Es una de las causas más frecuentes de amputación.

Lesiones severas por aplastamiento, lesiones traumáticas con lesión vascular sin posibilidades de reparación quirúrgica, originando isquemia de la extremidad, fracturas abiertas que cursan con infección que no se pueda controlar o con lesiones de partes blandas que sean irreparables y que originen una extremidad no funcional.

Por ejemplo lesiones de nervios periféricos causadas por arma de fuego, síndromes compartimentales que originen lesión isquémica y necrosis de tejidos profundos y por último secuelas o complicaciones de fracturas como pueden ser las pseudoartrosis definitivas, osteomielitis crónicas o severos acortamientos y extremidades no funcionales.

Finalmente dentro del grupo de trauma, existen lesiones térmicas por calor o frío y quemaduras por electricidad que pueden llegar a ser también causa de amputación.

En caso de una amputación parcial, queda algo de tejido blando de conexión y dependiendo de la severidad de la lesión, se puede o no reconectar la parte parcialmente afectada.

Hay distintas complicaciones asociadas con la amputación de una parte del cuerpo; entre las más importantes están las hemorragias, el shock y las infecciones.

Para las víctimas de amputaciones, los resultados a largo plazo han mejorado como producto de la mejor comprensión que se tiene acerca del manejo de la amputación traumática, el manejo oportuno de los casos de emergencia y de los cuidados críticos, las nuevas técnicas de cirugía, la rehabilitación temprana y el diseño de prótesis.



Síntomas.

- Corte parcial o total de una parte del cuerpo.
- Sangrado (puede ser mínimo o severo, dependiendo de la ubicación y naturaleza de la herida).
- Dolor (el grado de dolor no siempre está relacionado con la gravedad de la herida ni con la magnitud del sangrado).
- Tejido corporal aplastado (destrozado pero parcialmente adherido por músculos, huesos, tendones o piel).

9.3 Lesiones por quemaduras.

Las quemaduras son un tipo específico de lesión de los tejidos blandos y sus estructuras adyacentes, producidas por agentes físicos, sustancias químicas, por corriente eléctrica y por radiación.

La gravedad de la quemadura depende de la temperatura del medio que la causo y el tiempo que permaneció la víctima expuesta. Otro factor de gravedad es la ubicación de la lesión en el cuerpo, la extensión, la profundidad, la edad y el estado de salud de la persona.

9.4 Tipo de quemaduras.

9.4.1 Quemaduras de primer grado.



En esta quemadura, solamente está lesionada la capa más superficial de la piel; la epidermis. Evolucionan hacia la curación espontánea en tres a cinco días y no producen secuelas. Este tipo de quemaduras se produce de forma característica por exposición prolongada al sol o por exposición brevísima de una llama. Puede estar acompañada de algún tipo de deshidratación sistémica o de shock térmico.

Signos:

- Enrojecimiento.
- Dolor al tacto.
- La piel se hinchará un poco.

9.4.2 Quemaduras de segundo grado.



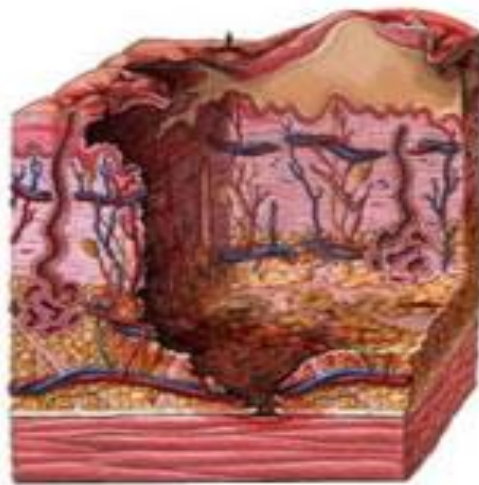
Las quemaduras profundas de 2° grado abarcan las capas profundas de la dermis. De manera característica son de color rojo brillante o amarillo blancuzco, de superficie ligeramente húmeda, puede haber o no flictenas y el dolor podría estar aumentado o disminuido dependiendo de la masa nerviosa sensitiva quemada.

Estas lesiones curan de forma espontánea pero muy lentamente, hasta meses, rebasando el tiempo aceptable de tres semanas.

Signos:

- Fuerte enrojecimiento de la piel.
- Dolor.
- Ampollas.
- Apariencia lustrosa por el líquido que supura.
- Posible pérdida de parte de la piel.

9.4.3 Quemaduras de tercer grado.



Comúnmente son producidas por exposición prolongada a líquidos muy calientes, llama, electricidad y a casi todos los agentes químicos fuertes. La piel pierde su elasticidad. Las quemaduras de tercer grado ocupan todo el espesor de la piel y hasta más profundamente, llegando a quemar grasa subcutánea, aponeurosis, músculos, tendones, nervios, periostio o hueso.

Este tipo de quemadura no regenera y se comporta como un tejido necrótico desvitalizado en su totalidad cuya remoción completa es obligatorio mediante desbridamiento quirúrgico. Las mayores secuelas posquemaduras son producidas por quemaduras de tercer grado, estas secuelas incluyen cosméticas, funcionales, amputaciones y pérdidas de órganos.

Signos:

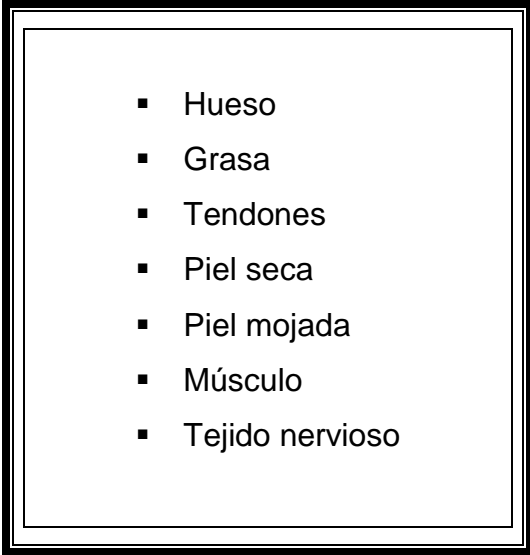
- Pérdida de capas de piel.
- A menudo la lesión es indolora.
- La piel puede aparecer chamuscada o con manchas blancas, cafés o negras.

9.5 Lesiones por corriente eléctrica.

La electricidad daña los tejidos al transformarse en energía térmica. El daño tisular no ocurre únicamente en el lugar de contacto con la piel, sino que puede abarcar a tejidos u órganos subyacentes a la zona de entrada o de salida de la corriente. El grado de lesión tisular depende de varios factores:

Intensidad de la corriente (en amperios).

La cual, a su vez, depende del voltaje y de la resistencia de los tejidos al paso de la corriente ($\text{Intensidad} = \text{voltaje}/\text{resistencia}$). Habrá más daño a mayor voltaje y menor resistencia. Las lesiones más severas se producen por corrientes de alto voltaje (mayor de 1000 voltios), pero una descarga “doméstica” con una corriente alterna de 110 voltios, puede ser mortal. La resistencia de los tejidos es variable; como orientación, en la tabla 1 se recogen varios tejidos ordenados de mayor a menor resistencia.

- 
- Hueso
 - Grasa
 - Tendones
 - Piel seca
 - Piel mojada
 - Músculo
 - Tejido nervioso

9.6 Trayecto de la corriente a través del cuerpo.

Si se pueden identificar los puntos de entrada y de salida (donde hallaremos carbonización de la piel, denominada necrosis, se puede sospechar el pronóstico y la gravedad del proceso valorando los tejidos que han podido ser dañados por la corriente.

Recordemos que los tejidos más superficiales se enfriarán antes que los profundos, por los que el calentamiento puede ocasionar lesiones más graves. En general, son peores los trayectos “horizontales” (por ejemplo, brazo-brazo), que los verticales (como hombro-pierna).

9.7 Manifestaciones clínicas.

Las lesiones por electricidad poseen algunas peculiaridades que las diferencian de quemaduras. Las lesiones cutáneas engañosamente pequeñas, pueden quedar superpuestas a amplias zonas de músculo y otros tejidos desvitalizados y necrosados que pueden liberar cantidades significativas de mióglobulina y potasio, pudiéndose producir una insuficiencia renal aguda (IRA) e hiperpotasemia si no se mantiene una adecuada diuresis. Son frecuentes, así mismo, los síndromes compartimentales por edema muscular.

La causa más frecuente de muerte inmediata es la parada cardíaca por asistolia o fibrilación ventricular. Puede haber parada respiratoria primaria por el paso de corriente a través del cerebro, o por los músculos respiratorios. En el primer caso es frecuente el estado de coma, y puede desarrollarse edema cerebral en las horas o días siguientes.

Las complicaciones que pueden aparecer tras una descarga eléctrica aparecen resumidas en la tabla 2.

Aparato circulatorio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Corazón: ▪ Vasos sanguíneos: Obstrucción vascular con necrosis secundaria ▪ Sangre: Hemólisis
Aparato respiratorio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parada respiratoria ▪ Edema que puede ocasionar asfixia ▪ Contusión pulmonar
Aparato nervioso	<ul style="list-style-type: none"> • Central: <ul style="list-style-type: none"> ○ Pérdida de conocimiento; desorientación ○ Cefalea persistente ○ Edema cerebral; convulsiones ○ Hemorragia cerebral o subaracnoidea • Periférico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lesiones medulares ○ Neuropatía periférica
Aparato locomotor	<ul style="list-style-type: none"> • Músculo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Necrosis muscular • Huesos: Fracturas; luxaciones; lesiones vertebrales
Aparato digestivo	<ul style="list-style-type: none"> • Dilatación gástrica; vómitos • Hemorragia digestiva • Úlceras de yeyuno e ileon
Aparato urinario	<ul style="list-style-type: none"> • Necrosis tubular renal.
Órganos de los sentidos	<ul style="list-style-type: none"> • Cataratas
Complicaciones metabólicas	<ul style="list-style-type: none"> • Acidosis metabólica • Hiperpotasemia por necrosis muscular • Hipotermia

9.8 Tratamiento de descargas eléctricas.

La primera medida prehospitalaria a tomar es el aislamiento de la víctima, separándola de la corriente eléctrica con precaución de no tocar el conductor: cortar antes la corriente, utilizar si es posible guantes fuertes de goma o un objeto no conductor.

9.8.1 Actitud en el lugar del accidente

Si hay paro cardiorrespiratorio han de iniciarse las maniobras de reanimación en el lugar del accidente mediante reanimación cardio-pulmonar básica (RCP), o avanzada si se dispone, hasta que la víctima se recupere, incluyendo por tanto, durante el trayecto al hospital más cercano.

Además puede darse el caso de que los músculos respiratorios estén en situación de parálisis, por la electricidad recibida, durante más tiempo que el miocardio, pudiendo haber reanimación cardíaca y persistir la parada respiratoria de origen periférico por parálisis muscular.

9.8.2 Actitud durante el traslado.

Bien durante el traslado, o bien durante la espera de la ambulancia, si se dispone de medios para ello, se ha de prestar atención a los siguientes aspectos:

- Monitorización del ritmo cardíaco.
- La intubación traqueal precoz.
- Se han de buscar los puntos de entrada y de salida de la lesión, para establecer una estimación de los tejidos dañados.
- En caso de presentar convulsiones, se aconseja la administración intravenosa de diazepam, de 3 a 10 mg.

9.9 Tratamiento hospitalario.

La monitorización ha de ser inmediata, dependiendo el tratamiento del traslado. Esta monitorización se debe mantener durante al menos 48-72 horas.

Durante 3-5 días deben hacerse analíticas de sangre y orina, incluyendo al menos una gasometría. Habrá que prestar una especial atención a la albuminuria, hemoglobinuria, para controlar la aparición de una insuficiencia renal aguda. Si se produjera esta situación se debe evitar la sobrecarga excesiva de líquidos mediante el control de la presión venosa central, y está indicada la hemodiálisis periódica y la alcalinización de la orina.

La exploración física de la víctima ha de hacerse completa, valorando posibles fracturas, luxaciones o lesiones dérmicas, así como los pulsos arteriales y perfusión periférica.

No se debe olvidar la administración de la vacuna antitetánica si el estado vacunal del paciente no es correcto, puesto que los quemados por corriente eléctrica son más propensos a desarrollar tétanos.

También está indicado el desbridamiento precoz de escaras para evitar la sepsis por anaerobios, e incluso de forma quirúrgica, en cuanto el paciente se encuentre estable. En caso de amputación de la extremidad, la herida ha de dejarse abierta y llevar de nuevo al paciente al quirófano en 24-48 horas para reexaminar la amputación", sin embargo, a menudo la pérdida cutánea es tan extensa que ha de cubrirse con injertos.

CAPÍTULO X

PROTÉSICA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR PRÓTESIS TRANSTIBIAL MODULAR

10. Introducción.

Las prótesis se han usado desde tiempos remotos. En 1509 se construyó una famosa prótesis de mano para el caballero alemán Götz von Berlichingen, llamado 'Götz Mano de Hierro': En 1851 un protésico francés inventó un brazo artificial formado por una mano de madera anclada a un soporte de cuero que se fijaba firmemente al muñón. Los dedos estaban semiflexionados, el pulgar giraba sobre un eje y podía presionar con fuerza sobre la punta de los otros dedos gracias a una potente banda de goma; esta pinza del pulgar se accionaba gracias a un mecanismo oculto desde el hombro contralateral. El mismo inventor diseñó una pierna artificial que reproducía la marcha natural y alargaba el paso.

Antes de la I Guerra Mundial, la madera era el mejor material para elaborar extremidades artificiales. Los dispositivos de piel con bandas metálicas se deformaban y producían resultados poco satisfactorios. La aparición del Duraluminio, una aleación de aluminio, y más tarde las fibras sintéticas, hicieron posible la elaboración de extremidades artificiales ligeras y resistentes. Los polímeros sintéticos actuales proporcionan a las prótesis una cobertura similar a la piel natural.

La elaboración de prótesis se ha convertido en una ciencia en los últimos años como resultado del enorme número de amputaciones producidas en las guerras mundiales. Las prótesis para las extremidades inferiores pueden presentar articulaciones en la rodilla o el tobillo para simular un paso natural.

10.1 Protésica de la extremidad inferior.

Las prótesis, en la ortopedia técnica son construcciones que sirven para reemplazar la función y la imagen normal de una extremidad amputada.

10.1.1 Clasificación de las prótesis transtibiales.

10.1.2 Prótesis transtibial de madera.

El fresado de prótesis de madera toma tanto tiempo para lograr la exactitud exigida por los criterios actuales que ha dejado de ser elaborada en Latinoamérica.

10.1.3 Prótesis de aluminio transtibial.

Las prótesis de aluminio tienen la ventaja de ser muy livianas con una gran estabilidad. Las dificultades de adaptación convencional del muñón son análogas a aquellas de las prótesis de madera (con una técnica artesanal completamente distinta). Las cuencas inferiores de aluminio están provistas con una cuenca interior de cuero.

10.1.4 Prótesis PTB.

La prótesis PTB fue la precursora de todas las prótesis subsiguientes transtibial. Con la prótesis PTB se impusieron y establecieron nuevos criterios biomecánicos y funcionales de adaptación de cuencas.

La cuenca de la prótesis PTB sigue los criterios funcionales, es más alta medial y lateralmente que las cuencas convencionales. Su criterio esencial es la carga del tendón patelar. Para evitar deslizamientos en la fase de balanceo, la cuenca es fijada con una banda delgada en forma de ocho o circular, arriba de los

cóndilos femorales. La prótesis PTB se elabora con resina acrílica o epóxica, con o sin cuenca de paredes suaves.

10.1.5 Prótesis KBM.

Supracondilar

Envuelve medial y lateralmente los cóndilos del fémur y fija con ello la prótesis al muñón. La “oreja” medial de la prótesis envuelve el cóndilo interno del fémur como parte de construcción mecánica de la cuenca. Con la contrapresión sobre el cóndilo lateral del fémur, el corte proximal envuelve en forma de prensa los cóndilos femorales e impide movimiento de pistoneo o un deslizamiento de la prótesis.

La rótula se apoya en el tercio inferior. Esta forma de suspensión se conoce internacionalmente bajo el concepto de “apoyo supracondilar”.

10.1.6 Prótesis PTS.

(Prótesis Tibial Supracondylenne - Fajal).

Igual que la KBM, la cuenca envuelve los cóndilos. La diferencia está en que el involucra por completo de la rótula para la sujeción de la prótesis. Este produce una limitación de extensión en el tendón del cuádriceps.

La prótesis PTS, en su forma común, abarca y encierra más superficie del muñón que la necesaria (la rótula de todas maneras no es adecuada para la transmisión de carga).

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

10.1.7 Prótesis PTK.

(Prótesis Tibial Kegel, según Kegel)

La PTK fue desarrollada a finales de los años setenta como forma mixta de las prótesis de cuenca mencionadas anteriormente. Por un lado, sigue los esquemas de modificación de la PTB, por otro lado, abarca los cóndilos del fémur. La cuenca de paredes suaves encierra completamente la rótula, la cuenca externa de resina ha sido recortada en la zona de la rótula

10.2 Condiciones o influencias a las que está sujeta la prótesis.

10.2.1 Las condiciones fisiológicas.

Describen tanto la situación general del paciente como los datos específicos fisiopatológicos del muñón amputado.

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

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

10.2.2 Condiciones fisiopatológicas.

- Longitud del muñón.
- Circulación del muñón.
- Condición ósea del muñón.

- Consistencia de los tejidos.
- Condición muscular.
- Condiciones de la cicatriz.
- Capacidad de soportar carga.

10.2.3 Condiciones biomecánicas.

Las condiciones biomecánicas se producen por los efectos que influyen mutuamente entre la biología-fisiología del paciente y las leyes de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (estático y cinética). Esas se transmiten de la prótesis al suelo y del suelo al paciente (reacción al suelo). Las condiciones biomecánicas influyen además sobre la cinemática del paciente (es decir sobre la descripción del movimiento, o la forma de andar).

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

10.2.4 Condiciones mecánicas.

Son determinadas por las fuerzas biomecánicas, que actúan sobre la prótesis. Entre ellas se encuentran:

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

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

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

En los amputados falta una de las columnas de apoyo. Esta es reemplazada por la prótesis. Ya que la articulación de la cadera del lado amputado no tiene apoyo óseo directo, el vector de fuerza experimenta una variación de su origen. Cualitativamente se puede comprobar este por medio de intentos de balance.

10.3 Diseño biomecánico correcto de la prótesis.

10.4 Alojamiento del muñón (cuenca).

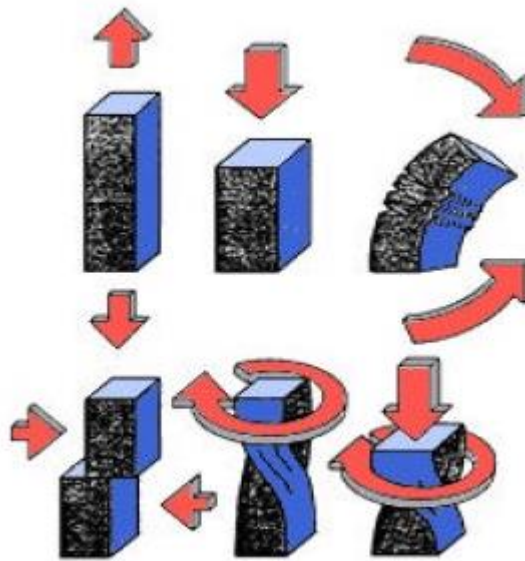
El muñón transtibial tiene zonas de apoyo, de contacto y de regiones muy sensibles a la carga. El confort y funcionalidad de la prótesis transtibial se determinan por lo tanto por la consideración de las partes del muñón que se pueden cargar y las que no se pueden cargar.

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

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

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

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



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

Esto se logra optimizando los siguientes criterios:

La forma y contorno de la cuenca.

El diseño tridimensional de la cuenca.

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

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

10.5 Áreas de descarga y carga en el muñón.

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

Hay que buscar un equilibrio entre las partes del muñón que se liberan y las de apoyo. Un mayor contacto de la cuenca con el muñón repartirá las áreas de carga sobre una superficie mayor, evitando sobre presiones puntuales (ej. cuenca PTB.).

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

CAPÍTULO XI

CRITERIOS DE ALINEACIÓN PRÓTESIS TRANSTIBIAL

11. Criterios individuales de alineación de la cuenca.

11.1 Alineación en flexión.

La flexión desvía las zonas de presiones anteriores perpendicular hacia una línea inclinada que evita presiones distales sobre el muñón. Esto juega un papel todavía más importante en la medida que el muñón es más corto. Del punto de vista estética, la flexión de un muñón corto no presenta mayor problema. Un muñón largo, por lo contrario, dejará en su región posterior un saliente poco estético. Entre más largo el muñón, menos flexión de cuenca para mejorar la distribución de peso.

11.2 Alineación de la cuenca en aducción o abducción.

Una articulación de rodilla intacta no permite aducción o abducción de la tibia sobre el fémur. Una cuenca de prótesis de pierna no puede ser construida, ni aducida ni abducida, sino solamente como lo indique la anatomía del muñón.

11.3 Muñones cortos y muy atrofiados.

Se encuentran en aparente abducción respecto a la línea media. En efecto, las cuencas de prótesis cortas se construyen con inclinación respecto a la línea media (valgo de rodilla aproximadamente 5°) pero esto no se trata de una abducción sino de la posición fisiológica de la pierna (forma de la tibia).

11.4 Muñones largos.

Un muñón aparentemente aducido cambia la posición del pie respecto a la parte distal de la cuenca pero nunca respecto de la alineación fisiológica del miembro inferior (alineación a la perpendicular del centro de rodilla).

11.5 Proyección de las cuatro verticales.

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

Vertical A:

La vertical anterior divide el espacio para la rótula de la prótesis transtibial, casi simétricamente en una mitad medial y otra lateral.

En el pie, la línea vertical se proyecta a través del centro del “dedo gordo” del pie protésico.

Vertical P:

La perpendicular posterior divide la región poplíteica de la prótesis simétricamente en una mitad medial y otra lateral.

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

Verticales M y L:

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

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

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

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

11.6 Alineación dinámica de los componentes.

El ciclo de la marcha comienza con el choque de talón en el lado a ser considerado, pasando por las fases de apoyo medio y despegue del pie hasta el nuevo choque de talón del mismo lado. Para fines de control de construcción y ajuste de la prótesis, esta secuencia continua se subdivide en algunas fases instantáneas, para su análisis cinético.

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

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

Adelantar el pie protésico:

- Acorta la palanca del calcáneo.
- Disminuye el momento de talón para la introducción a la fase media de apoyo.
- El adelantar el pie protésico significa la extensión de la palanca de antepié.
- Aumenta el momento de giro del metatarso, aumenta la seguridad de rodilla, se dificulta el proceso de rodamiento del pie.
- Debe elevarse más el centro de gravedad del cuerpo del paciente durante el ciclo de marcha, el cuadro de marcha se vuelve lento y antieconómico.
- La extensión de la palanca de antepié trae dificultad para el libre balanceo del pie protésico en la fase de balanceo.
- Para el amputado geriátrico o débil, facilita el pasaje de su cuerpo sobre la prótesis en la fase de despegue del talón y del antepié.

Atrasar el pie protésico:

- Alarga la palanca del calcáneo.
- Aumenta el momento de talón para introducir a la fase de apoyo.
- Disminuye la seguridad de rodilla.
- El adelantar el pie protésico significa el acortamiento de la palanca de antepié. Disminuye el momento de giro invertido del metatarso.
- Disminuye la seguridad de rodilla.
- Se facilita el proceso de rodamiento.
- La marcha se hace más económica y más rápida.
- El acortamiento de la palanca de antepié lleva alivio al libre balanceo del pie protésico
- Permite al usuario joven o dinámico una marcha más fuerte evitando su caída anterior.

Desplazamiento medial del pie protésico:

- Disminuye la base de sustentación.
- Desplazamiento lateral de la cuenca en aducción.
- Es antifisiológico y antieconómico.

Desplazamiento lateral del pie protésico:

- Desplazamiento de la cuenca en abducción.
- Tiene efecto estabilizador de la marcha.
- Estabilizará tanto una marcha dinámica como al geriátrico débil e inseguro.

Flexión plantar del pie protésico:

- Da más seguridad en la fase de apoyo plantar.
- Se producirá un momento extensor sobre la rodilla empujándola en hiperextensión.
- Una flexión plantar aumentada dificulta el libre balanceo de la prótesis.

Extensión dorsal del pie protésico:

- Produce una rotación hacia lateral de la punta del pie.
- El ciclo de marcha se acelera y se vuelve a veces antifisiológico y antieconómico.
- Una extensión dorsal aumentada facilita el libre balanceo de la prótesis.

Rotaciones del pie protésico:

- Sólo resultan necesarias cuando no coincide la rotación hacia afuera del pie sano con la del pie protésico.
- El ángulo de rotación se ajusta generalmente conforme a criterios cosmético estéticos. Un pie rotado hacia afuera aumenta el área de apoyo.

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

11.7 Alteraciones de la marcha con prótesis transtibiales.

11.7.1 Flexión excesiva de rodilla.

Causas protésicas.

- Pie alineado en dorsiflexion.
- Talón o tope plantar demasiado rígido.
- Flexión exagerada de la cuenca.
- Alineación de la cuenca demasiado anterior.

Causas anatómicas.

- Cuadriceps débil.
- Contractura en flexión de rodilla.

11.7.2 Flexión insuficiente de la rodilla.

Causas protésicas.

- Flexión plantar excesiva.
- Talón o tope plantar demasiado suave.
- Cuenca alineada sin flexión.
- Alineación de la cuenca muy posterior.

Causas anatómicas.

- Dolor en la zona antero distal del muñon.
- Debilidad de isquiotibiales.

11.7.3 Presión distal lateral excesiva.

Causas protésicas.

- Desplazamiento del pie muy medial.
- Aduccion excesiva de la cuenca.

11.7.4 Presión sobre la cabeza de peroné.

Causas protésicas.

- Desplazamiento del pie muy lateral.
- Abducción excesiva de la cuenca.

CAPÍTULO XII

PROCESO DE ELEBORACIÓN PRÓTESIS TRANSTIBIAL PTB

12. Proceso de elaboración de prótesis transtibial PTB.

12.1 Equipo, materiales y herramientas utilizados.

▪ Equipo.	Pigmento.
Maquinas fresadoras.	Detergente.
Pistola de calor.	Talco.
Cortadora eléctrica oscilante.	Stockinette.
Bomba de vacío.	Marcador.
Horno.	Catalizador.
Anillo prefabricado.	Cinta adhesiva.
▪ Herramientas.	Color para yeso.
Lápiz de tinta indeleble.	Vaselina.
Láser o plumada	Bolsas PVA.
Escofina media caña.	Fibra de vidrio.
Escarpa.	Pie protésico.
Cinta métrica.	Felpa.
Calibrador de exteriores	Sistema modular.
Pedestal.	Cemento de contacto.
Recipiente para agua.	Polipropileno.
▪ Materiales.	Resina.
Tubo galvanizado.	Manga de neopreno.
Venda de yeso 4´.	Pelite alta densidad 5mm.
Yeso calcinado.	Espuma cosmética.

12.2 Toma de medidas y toma de molde.

Con el lápiz indeleble se marca:

- La rótula.
- Tendón Patelar.
- Cabeza del peroné.
- Extremo distal de la tibia.
- Extremo distal del peroné.
- Tuberosidad anterior de la tibia.
- Tuberosidad medial de la tibia.
- Tuberosidad lateral de la tibia.
- Cresta tibial.

Se procede a tomar las siguientes medidas:

- Longitud total del muñón.
- Parte más voluminosa del cóndilo medial.
- Distancia anteroposterior entre el tendón rotuliano y la fosa poplítea.

Se trazan líneas horizontales cada 5 cm, tomando como referencia el tendón rotuliano se miden las circunferencias correspondientes a cada una de las marcas.



12.2.1 Toma de molde negativo.

Para obtener un molde negativo de una cuenca tipo PTB, se coloca el usuario en una posición sentado sobre un canapé, el muñon se coloca con 25° grados de flexión, luego se procede a envolver el muñon con la venda de yeso obteniendo que el molde negativo tenga una forma triangular.

12.3 Modificación del molde positivo.

Para realizar este proceso es necesario el conocimiento no solo de la anatomía, sino de las áreas que soportan la carga y aquellas áreas sensibles a carga, es necesario tener presente las funciones que va a llevar a cabo la cuenca

Durante la modificación, se deben verificar constantemente las medidas, la liberación de los tendones flexores y la forma triangular con el fin de evitar la rotación.



Al finalizar la modificación del molde positivo se plastifica colocando el molde positivo en la prensa conectada al sistema de vacío. Se corta una porción de polipropileno, de acuerdo a la medida del largo y ancho del muñon. Se introduce la lámina al horno precalentado.

Cuando el polipropileno ha alcanzado la temperatura (180°C), se retira del horno levantándolo por las esquinas y se coloca sobre el positivo; después se acciona el sistema de vacío (succión) la cual se cierra hasta que el polipropileno se ha enfriado lo suficiente.



Cuando haya enfriado el termoplástico, se procede a cortar para luego pulir las irregularidades y así obtener una cuenca de prueba. Esta cuenca de prueba se realiza con el fin de determinar la existencia de contacto total (sin presencia de zonas de presión o zonas muy liberadas) y nos permite a la vez valorar la presión A-P y el contacto total.



Al realizar la prueba se colocó la cuenca en el pedestal se procedió a verificar la altura controlando la simetría de las espinas iliacas posterosuperiores, crestas iliacas y hombros, luego la alineación estática transfiriéndola a la cuenca de prueba seguidamente se revisó la tuberosidad medial, anterior y lateral de la tibia, cresta tibial, extremo distal de la tibia, peroné y cabeza del peroné, áreas en las cuales no se encontró ninguna presión, o molestia de parte del usuario.



Continuando con la revisión se le pide al usuario sentarse con el muñón flexionado, se trazaron líneas de corte sobre la cuenca de prueba, las cuales fueron las paredes medial y lateral, la región de la rótula y tendones de los isquiotibiales.

Al finalizar se retiró la cuenca de prueba se revisó el muñón en el cual no se encontró ninguna alteración en la coloración de la piel del usuario.

12.4 Confección de la cuenca suave.

Se mide la circunferencia de la parte más ancha y angosta del molde positivo. A la longitud del molde positivo se le agrega 2 cm en dirección caudal y 2 cm en dirección craneal.

Se forma una figura de trapecio sobre el pelite. Se realiza un desbaste a cero de 2 centímetros en cada orilla, las cuales se unirán con pegamento, hasta obtener la forma de un cono. Este cono se calentara uniformemente y se colocará sobre el molde positivo. Se corta otro cuadro de pelite se calienta y se coloca en el extremo distal del molde positivo.



12.5 Laminado.

Se coloca el molde positivo en el plato para laminación. Se humedece una de las bolsas de PVA. Se coloca una capa de felpa, adaptado a la forma del la cuenca, luego se colocan 2 capas de estoquinete.

Se coloca la otra bolsa de PVA previamente humedecida fijada en el extremo inferior con una cinta aislante al plato de succión y en el otro extremo unido a un embudo por donde será derramada la resina.



Se prepara 300 gramos de resina mezclados con 9 centímetros cúbicos de catalizador, y se vierte dentro de la bolsa de PVA, distribuyéndolos de manera equitativa y masajeando el molde para que la resina penetre bien. Tan pronto la resina haya fraguado, se retira del plato de laminación y se procede a realizar los cortes, pulido de la cuenca y cuenca suave

12.6 Alineación estática.

Vista anterior.

- Divide la región de la rótula a la mitad.
- En el pie protésico la vertical debe coincidir entre el I y II dedo.

Vista mediolateral.

- Divide a la altura de la inserción del tendón rotuliano 50% medial y 50% lateral.
- En el pie protésico pasa 1 cm por delante del 1/3 posterior.

Vista posterior.

- Divide la región poplíteica en 50% medial y 50% lateral.

12.7 Alineación dinámica.

- Colocar la prótesis al usuario
- Evaluar la buena adaptación de la prótesis al muñón

Controlar la altura.

- Crestas ilíacas

- Hoyuelos sacros.
- Nivel de los hombros.



El zapato hizo contacto plantígrado con el piso.

Al evaluar la marcha en la vista frontal, posterior y vista sagital no se observó ninguna alteración como consecuencia protésica, como costumbre de marcha se observó en la vista sagital una hiperextensión de rodilla.

12.8 Acabado final.

Dar forma a la prótesis, regularizando las áreas de la cuenca y el bloque de unión al tener una superficie lisa se procede a realizar el segundo laminado colocando fibra de vidrio, fibra de carbón, tres capas de stockinette y felpa sobre la cuenca del primer laminado cubriéndolo con una bolsa de PVA, luego se mezcla la resina el pigmento y catalizador procediendo a la laminación.

El siguiente paso después de hacer los cortes de la cuenca, y el montaje de los componentes se procede a la elaboración de la espuma cosmética tomando como parámetro las medidas de la pierna contralateral registradas en la hoja de información del usuario.

12.9 Entrega de la prótesis.



Durante la entrega de la prótesis se controla nuevamente todos los resultados de la prueba dinámica, se aconseja al usuario visitar periódicamente al técnico para asegurar la integridad mecánica del producto, que sus funciones y características sigan siendo las adecuadas.

Se debe instruir al usuario y a su familia en el cuidado y mantenimiento de la prótesis 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 no le genera presión. Se debe enseñar a los usuarios a reconocer los fallos en el ajuste y las necesidades de reparación que necesita la prótesis.

Efectos que no deben presentarse:

- 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.

- Lesiones cutáneas por aumento de sudoración.

Guía de las instrucciones de uso.

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

- El método y la frecuencia de limpieza adecuada.
- No usar cremas, lociones, ni polvos en la zona que entran en contacto con la prótesis, ya que reblandecen la piel y pueden aparecer lesiones.
- En caso de rotura del material acudir directamente con el fabricante para su valoración.
- Instrucciones de colocación y retirada de la prótesis.
- Advertir de los posibles efectos secundarios no deseados y la necesidad de comunicarlos a su técnico.
- Indicar la duración de la prótesis en condiciones normales y su período de garantía.
- Recomendar la asistencia a terapias para reeducar la marcha.
- Incluir recomendaciones sobre el tipo de calzado que debe usarse.

CAPÍTULO XIII

COSTOS DE PRODUCCIÓN DISPOSITIVOS ORTOPÉDICOS

13. Análisis de costos

13.1 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
Vendas de yeso de 4"	Unidad	\$ 1.71	6 vendas	\$ 10.26
Yeso calcinado	Libras	\$ 0.27	25 libras	\$ 6.80
Lámina polipropileno 6mm	Lamina de 3 x 1mt.	\$ 80.00	1/3 pliego	\$ 26.66
Barras de aluminio	Par	\$ 70.00	1 par	\$ 70.00
Cuero	Pie	\$ 2.28	2 pies	\$ 4.56
Velcro adhesivo	Yarda	\$ 4.20	1 yarda	\$ 4.20
Remache de cobre 4 mm	Unidad	\$ 0.15	25 remaches	\$ 3.75
Hebilla 30 mm	Unidad	\$ 0.10	3 hebillas	\$ 0.30
TOTAL				\$126.53

Descripción de los costos de Producción.

Descripción materia prima	Unidad de medida	Valor unitario	Cantidad utilizada	Costos
Tubo.Galvaniz. de 1/2"	Metro	\$ 1.82	1 metro	\$ 1.82
Tornillos para prueba 1/8 x 1"	Unidad	\$ 0.02	12 tornillos	\$ 0.24
Masking Tape	Unidad	\$ 2.15	1 rollo	\$ 2.15
Cinta aislante	Unidad	\$ 0.75	1 rollo	\$ 0.75
Cedazo metal grueso.	Yarda	\$ 0.55	1/4 yarda	\$ 0.13
Cedazo metal fino.	Yarda	\$ 1.10	1/2 yarda	\$ 0.55
Talco Simple	Unidad	\$ 1.20	1 unidad	\$ 1.20
Pintura Mineral	Libra	\$ 2.50	1/4 libra	\$ 0.62
Silicón	Bote	\$ 2.60	1/4 bote	\$ 0.65
Lija No. 320	Pliego	\$ 0.72	1 pliego	\$ 0.72
Lija No. 100	Pliego	\$ 0.90	1 pliego	\$ 0.90
Lija No. 500	Pliego	\$ 0.78	1 pliego	\$ 0.78
Suela de Hule	Yarda	\$ 9.37	1/8 yarda	\$ 1.17
Cemento contacto	tarro	\$ 1.60	1/2 tarro	\$ 0.80
Vaselina	Tarro	\$ 2.29	1/4 tarro	\$ 0.57
TOTAL				\$ 13.05

COSTO DE MANO DE OBRA

Salario técnico	\$ 450.00
Horas hombre efectivas	160 horas
Costo de hora	\$ 2.81
Hora efectiva para elaboración de KAFO	40 horas
Costo de mano de Obra $\$ 2.81 \times 40 \text{ h} =$	\$ 112.50

COSTO DIRECTO

Costo de materia prima	\$ 126.53
<u>Costo de mano de obra</u>	<u>\$ 112.50</u>
Total de costos directos	\$ 239.03

COSTO INDIRECTO

Costos indirectos	\$ 112.50
-------------------	-----------

COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN

Costos Directos	\$ 239.03
Costos producción	\$ 13.05
<u>Costos Indirectos</u>	<u>\$ 112.50</u>
Costo Total	\$ 364.58

13.2 Costos de producción de una prótesis transtibial PTB, 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 materiales	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad utilizada	Total en dólares.
Vendas de yeso 4 "	Unidad	\$ 1.71	3 vendas	\$ 5.13
Yeso calcinado.	Libras	\$ 0.27	12.5 libras	\$ 3.40
Resina Poliéster	Galón	\$ 17.00	¼ de galón	\$ 4.25
Bolsa PVA	Unidad	\$ 3.00	3 bolsas	\$ 9.00
Fibra de vidrio	Yarda	\$ 2.50	¼ yarda	\$ 0.62
Fieltro	Yarda	\$ 2.10	¼ yarda	\$ 0.52
Polipropileno 6mm.	Pliego	\$ 80	1/16 pliego	\$ 5.00
Pelite 5mm	Pliego	\$ 42.78	¼ pliego	\$ 10.69
Pie izquierdo SACH, quilla de carbón pirámide incorporado	Unidad	\$ 90.00	1 pie	\$ 90.00
Pirámide de cuenca.	Unidad	\$ 40.00	1 adaptador	\$ 40.00
Tubo modular adaptador pirámide.	Unidad	\$ 20.00	1 tubo modular	\$ 20.00
Adaptador cuenca.	Unidad	\$ 60.00	1 unidad	\$ 60.00
Abrazadera cuenca Titanio.	Unidad	\$ 60.00	1 unidad	\$ 60.00
Espuma cosmética.	Unidad	\$ 50.00	1 espuma	\$ 50.00

Manga neopreno	Unidad	\$ 30	1 manga	\$30.00
Media Cosmética	Par	\$ 11	1 media	\$ 6.50
Total				\$395.11

Costos de Producción:

Descripción de materiales	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad utilizada	Total En dólares.
Tubo galvanizado	Metro	\$ 1.82	60 cm.	\$ 1.09
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
Pintura mineral	Libra	\$ 2.50	¼ libra	\$ 0.62
Tarro vaselina	Tarro	\$ 2.29	¼ tarro	\$ 0.57
Cemento de contacto	1/8 galón	\$ 1.60	¼ 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 rollo	\$ 0.75
Loctite 242	Bote	\$ 5.70	1 unidad	\$ 5.70
Total				\$15.92

COSTO DE MANO DE OBRA

Salario del técnico	\$ 450.00
Horas hombre efectivas	160 horas
Costo de hora	\$ 2.81
Hora efectiva para elaboración Prótesis	24 horas
Costo de mano de Obra $\$ 2.81 \times 24 \text{ h} =$	\$ 67.44

COSTO DIRECTO

Costo de materia prima	\$ 395.11
<u>Costo de mano de obra</u>	<u>\$ 67.44</u>
Total de costos directos	\$ 462.55

COSTO INDIRECTO

Costo indirecto	\$ 67.44.
-----------------	-----------

COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN

Costos Directos	\$ 462.55
Costos de Producción	\$ 15.92
<u>Costos Indirectos</u>	<u>\$ 67.44</u>
Costo Total	\$ 545.91

Glosario.

Amnanesis: interrogatorio orientado a establecer los signos y síntomas que caracterizan una enfermedad.

Ampollas: una vesícula es una pequeña ampolla llena de líquido cuyo tamaño oscila entre la punta de un alfiler hasta 5 ó 10 milímetros de diámetro.

Anaerobios: microorganismo que crece y vive en ausencia completa de oxígeno.

Aracnoides: membrana fina, delicada que envuelve el cerebro y la medula espinal se interpone entre la piamadre y duramadre.

Arreflexia: falta de reflejos

Asistolia: es una condición en la que se presentan lesiones en un área del músculo del corazón debido a un suministro inadecuado de oxígeno a esa región. El paro cardíaco es una condición en la cual el corazón se detiene o bien es incapaz de bombear suficiente sangre para irrigar los órganos vitales. El paro cardio pulmonar es un repentino cese de la respiración y de la función cardíaca efectiva.

Atrofia: esta condición consiste en la pérdida o desgaste del tejido muscular a causa de algún tipo de enfermedad o por inactividad.

Bipedestación: estar en posición de pie.

Congénito: conjunto de caracteres con los que nace un individuo, ya sean normales o patológicos. Se aplica tanto a los genéticamente determinados (caracteres hereditarios) como a los adquiridos durante su desarrollo en el útero.

Deambulaci3n: se refiere a la forma como el paciente camina.

Displacia: alteraci3n del desarrollo de ciertos tejidos del organismo, que da lugar a malformaciones.

Diuresis: diuresis es la secreci3n de grandes cantidades de orina.

Duramadre: membrana externa y fibrosa que rodea el enc3falo y la medula espinal.

Edema: acumulaci3n de lquido en los tejidos, la cual ocasiona una inflamaci3n de la parte del cuerpo afectada.

Esclerotomo: porci3n de la capa mesod3rmica en las primeras fases del desarrollo embrionario, que origina y da lugar al tejido esquel3tico a partir de las cuales se forman las v3rtebras y las costillas.

Escoliosis: es una deformidad del raquis que aparece en la infancia y que produce una inclinaci3n lateral en el plano frontal, originando una curva. Debe ir acompaada de una rotaci3n vertebral.

Espina Bfida (EB): hendidura cong3nita de los arcos vertebrales a trav3s de la cual pueden salir la m3dula y sus envolturas formando un tumor bajo la piel.

Fibrilaci3n ventricular: la fibrilaci3n ventricular (FV) corresponde aun ritmo cardfaco seriamente anormal (arritmia) que, a menos que sea tratado de inmediato, causa la muerte. Esta condici3n es responsable del 75 al 85% de las muertes en personas con problemas cardfacos.

Gastritis: inflamaci3n aguda o cr3nica de la mucosa (ver) del est3mago. Se manifiesta por dolor en la regi3n superior del abdomen, acidez, ardor, n3useas,

vómitos, etc. Puede producirse por infección, consumo de medicamentos (aspirina), estrés, etc.

Hemoglobinuria: es la presencia de hemoglobina libre, hemoglobina suelta en la orina, lo cual no es normal.

Hidrocefalia: aumento patológico del líquido cefalorraquídeo, lo que especialmente en los niños produce aumento de volumen del encéfalo y de la cabeza.

Hiperlordosis: es el aumento de la concavidad posterior de la columna vertebral, habitualmente en la zona lumbar aunque también puede darse en la cervical.

Hipopotasemia: aumento de potasio en el cuerpo humano.

Lipomeningocele: variedad de meningocele la encontramos cuando el quiste está lleno de tejido lipomatoso.

Luxación de cadera: pérdida de contacto, congruencia entre la cabeza femoral y el acetábulo.

Malformación de Arnoldo Chiari: consiste en un desplazamiento hacia abajo de la porción caudal del cerebelo y, a veces, del tronco cerebral, que se encuentran situados por debajo del foramen magno. Se asocia siempre con espina bífida abierta e hidrocefalia.

Malformación: anomalía o deformidad, especialmente congénita.

Meningocele: consiste en una malformación de una de los arcos vertebrales posteriores, produciéndose un quiste o protusión de una bolsa meníngea llena de líquido cefalorraquídeo, que atraviesa la parte abierta de la médula espinal. Se puede cerrar quirúrgicamente siendo su afectación leve.

Miocardio: el miocardio es el tejido muscular del corazón.

Mioglobina: es una proteína que se encuentra en los músculos cardíaco y esquelético. La mioglobina tiene oxígeno fijado a ella, suministrando así una reserva extra de oxígeno, de tal forma que el músculo en ejercicio pueda mantener un alto nivel de actividad durante más tiempo.

Osteomielitis crónica: es una infección ósea causada generalmente por bacterias. La osteomielitis crónica se produce cuando el tejido óseo muere a causa de la pérdida de flujo sanguíneo. Esta infección crónica puede persistir en forma intermitente por años.

Piamadre: la más interna de las tres meninges que recubren el cerebro y la medula espinal, tiene una rica irrigación sanguínea que se encarga de nutrir el tejido nervioso.

Potasio: Es el mineral que aparece en mayor cantidad en el cuerpo humano después del calcio, y del fósforo y que siempre aparece asociado con el sodio.

Pie cavo: deformidad caracterizada por aumento exagerado de la bóveda plantar, que se corresponde con una prominencia dorsal unida a una actitud en garra de los dedos y desviación en varo del calcáneo.

Pie cavo paralítico: es la resultante del desequilibrio muscular, provocadas por parálisis del músculo, contractura del antagonista.

Prótesis: Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo.

Sepsis: Es una enfermedad grave causada por una abrumadora infección del torrente sanguíneo por parte de bacterias productoras de toxinas.

Vejiga neurogénica: Es un problema urinario en el cual se presenta un vaciamiento anormal de la vejiga, con la subsiguiente retención o incontinencia urinaria. Dependiendo del tipo de trastorno neurológico causante del problema, la vejiga puede vaciarse en forma espontánea (incontinencia) o puede no vaciarse completamente (retención con filtración por rebosamiento).

Bibliografía

UDB – GTZ , Biomecánica Carrera técnico en Ortesis y Prótesis, El *Salvador*. 1999.

Mosby, Diccionario de medicina, grupo océano

Martín Zurro, A; Caro Pérez, J.F. Atención Primaria. Conceptos, organización y práctica clínica. Tercera edición. 1994

Moya M. Actuación en urgencias de Atención primaria. Litofinter S.A. San Fernando de Henares, 1995; 523-527.

Robert Berkow, M.D. El Manual Merck de Diagnóstico y Terapéutica. Novena edición. 1992. Mosby. Doyma Libros

Robert Bruce Salter, Slavat editores, S.A
Sabiston, DC. Tratado de patología quirúrgica. Ed. Interamericana-McGraw Hill. Mexico 1986. Vol I, 227-256; 292.

Schwartz et al. Manual de principios de cirugía, Trastornos del sistema músculo esquelético, 5ª Edición. Ed. Interamericana-McGraw- Hill, Mexico 1993; 130-153

www.mielomenigocele.com/ - 11k

[www.monografias.com/.../ quemaduras/Image440.jpg](http://www.monografias.com/.../quemaduras/Image440.jpg)

ANEXOS

Fotografías de la ortesis anterior.



Fotografías de la prótesis anterior.



Fotografías de evaluación física de extremidades inferiores.



