



**FABRICACIÓN DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL
ENDOSQUELÉTICATIPO KBM Y ORTESIS TIPO KAFO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PREPARADO PARA
LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
TÉCNICO EN ORTESIS Y PRÓTESIS**

**POR:
GUADALUPE BEATRIZ AVELAR VILLALTA**

MARZO 2005

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
CAPITULO 1	
1.0 OBJETIVOS GENERALES.	2
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	2
1.3 ALCANCES.	3
1.4 LIMITACIONES.....	4
CAPITULO II	
2.0 HISTORIA CLINICA.....	7
2.1 DATOS PERSONALES.	7
2.2 PRESENTE ENFERMEDAD.	7
2.2 ANTECEDENTES PERSONALES.	8
2.4 ANTECEDENTES FAMILIARES.	8
2.5 ANTECEDENTES PSICOSOCIALES.	8
2.6 ASPECTO SOCIO – ECONOMICO.....	8
2.7 EXAMEN FISICO.....	8
2.8 EXAMEN MUSCULAR Y ARTICULAR.....	9
2.8.1 MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO.....	9
2.8.2 MIEMBRO INFERIOR DERECHO.....	9
2.8.3 INDICACIONES PROTESICA.....	9
CAPITULO III	
3.0 AMPUTACIÓN.....	11
3.1 CAUSAS DE AMPUTACIÓN.....	11
3.2 NIVELES DE AMPUTACIÓN.....	11
3.3 AMPUTACIONES TRANSTIBIALES.....	11

3.4 INDICACIONES TRANSTIBIALES.....	12
3.4.1 ENFERMEDADES VASCULAR.....	12
3.4.2 TRAUMATICAS.....	12
3.4.3 INFECCIÓN.....	12
3.4.4 NEOPLASIAS.....	13
3.4.5 DEFORMIDADES.....	13
3.5 LA REHABILITACIÓN DESPUÉS DE UNA AMPUTACIÓN.....	13
3.5 1 EQUIPO DE REHABILITACIÓN.....	15
3.6 CUIDADOS DESPUÉS DE LA AMPUTACIÓN Y PREVIOS AL USO DE PRÓTESIS.....	16
3.6.1 CUIDADADOS DEL MUÑÓN.....	16
3.6.2 CUIDADADOS GENERALES.....	16
3.7 COMPLICACIONES SECUNDARIAS A LA AMPUTACIÓN.....	17
3.7.1 INMEDIATAS.....	17
3.7.2 MEDIATAS.....	17
3.8 ALTERACIONES QUE PUEDEN DIFICULTAR O IMPEDIR LA PROTETIZACIÓN.....	18
3.8.1 EQUILIBRIO.....	18
3.8.2 VISIÓN.....	18
3.8.3 NEUROPATIAS.....	18
3.8.4 CARDIOPATÍAS E INSUFICIENCIA RESPITATORIA..	18
3.8.5 ESTADO DE LA EXTREMEDAD CONTRALATERAL.	18
3.8.6 DEAMBULACIÓN PREVIA LA PROTETIZACIÓN.....	18
3.9 CONDICIONES IDEALES DEL MUÑÓN TRANSTIBIAL.....	19
3.9.1 NIVEL.....	19
3.9.2 PARTICULARIDADES DE LAS RECESIONES ÓSEAS	19
3.9.3 ALMOHADILLADO Y CICATRIZ.....	19
3.10 PROTESIS PARA AMPUTACIÓN TRANSTIBIAL CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN.....	20
3.10.1 LAS CONDICIONES FISIOLÓGICAS.....	20
3.10.2 CONDICIONES BIOMECÁNICAS.....	21

3.10.3	CONDICIONES AMBIENTALES.....	21
3.10.4	CONDICIONES MECÁNICAS.....	22
3.11	PRINCIPIOS DE CONTRUCCIÓN.....	22
3.11.1	ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN Y DISEÑO DE PRÓTESIS.....	23
3.12	BIOMECÁNICA DEL ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN.....	25
3.12.1	ZONAS DE DESCARGA.....	25
3.12.2	ZONAS DE CARGA.....	27
3.12.3	FORMA DE LA CUENCA.....	28
3.13	CRITERIOS BIOMECÁNICOS DE CONTRUCCIÓN.....	29
3.14	CRITERIOS INDIVIDUALES DE ALINEACIÓN DE LA CUENCA...	30
3.14.1	ALINEACIÓN EN FLEXIÓN.....	30
3.14.2	ALINEACIÓN DE LA CUENCA EN ADICCIÓN O ABDUCCION.....	30
3.14.3	ROTACIONES.....	30
3.14.4	LA ALTURA DE LA PROTESIS.....	30
3.15	ALINEACIÓN DE LOS COMPONENTES PROTESCOS.....	31
3.15.1	PROYECCIÓN DE LAS CUATRO VERTICALES.....	32
3.16	ALINEACIÓN DINÁMICA DE LOS COMPONENTES.....	33
3.17	CORRECCIONES DINÁMICAS Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CUADRO DE MARCHA DEL AMPUTADO.....	34
3.18	PROTESICAS FUNCIONAL TRANSTIBIAL.....	38
3.19	DESCRIPCIÓN DE LAS PRÓTESIS.....	38
3.19.1	PROTESIS PTB.....	38
3.19.2	PROTESIS PTK.....	38
3.19.3	PROTESIS PTS.....	39
3.19.4	PROTESIS KBM.....	39

CAPÍTULO IV

4.0	PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELÉTICA TIPO KBM.....	41
-----	---	----

4.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO DURANTE LA ROMA DE MEDIDAS.....	41
4.2 PASOS A SEGUIR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRÓTESIS TRANSTIBIAL TIPO KBM.....	42
4.2.1 RECEPCIÓN DEL USUARIO Y EVALUACIÓN DEL MUÑÓN	42
4.2.2 TOMA DE MEDIDAS.....	43
4.2.3 TOMA DE MEDIDA ENYESADA.....	44
4.3 ELABORACIÓN MODIFICACIÓN DEL POSITIVO.....	46
4.4 FABRICACIÓN DE LA CUENCA DE PRUEBA.....	46
4.5 ELABORACIÓN DE LA CUENCA BLANDA.....	47
4.6 LAMINACIÓN DE LA CUENCA.....	48
4.7 ALINEACIÓN DE BANCO.....	49
4.8 ALINEACIÓN ESTÁTICA.....	49
4.9 ALINEACION DINAMICA.....	49
4.10 COSMÉTICA	50
4.10 ENTREGA DE LA PRÓTESIS.....	50
4.11 INSTRUCCIONES DE USO.....	50

CAP ITULO V

5.0 COSTOS.....	52
5.1 COSTOS DE MATERIAL PRIMA.....	52
5.2 COSTOS DE FABRICACIÓN.....	53
5.3 COSTOS DE MANO DE OBRA.....	54
5.4 COSTO VARIABLE UNITARIO.....	54
5.5 COSTOS INDIRECTOS.....	54

CAPITULO VI

6.0 HISTORIA CLÍNICA.....	57
6.1 DATOS PERSONALES.....	57
6.2 PRESENTE ENFERMEDADES.....	57
6.3 ANTECEDENTES PERSONALES.....	57

6.4 ANTECEDENTES FAMILIARES.....	58
6.5. ANTECEDENTES PSICOSOCIALES.....	58
6.6 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICO.....	58
6.7 EXAMEN FISICO	58
6.7.1 MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO.....	59
6.7.2 MIEMBRO INFERIOR DERECHO.....	59
6.8 INDICACIÓN ORTÉSICA.....	60

CAPITULO VII

7.0 POLIOMIELITIS.....	62
7.1 INCIDENCIA Y ETIOLOGIA.....	62
7.2 PREVENCIÓN.....	63
7.3 PATOLOGÍA Y PATOGENIA.....	63
7.4 MANIFESTACIONES CLÍNICAS Y DIAGNOSTICO.....	63
7.5 TRATAMIENTO.....	64
7.6 DEFORMIDADES MAS COMUNES.....	65
7.7 DESVIACIONES MÁS COMUNES.....	66
7.8 TRATAMIENTO ORTESICO.....	66
7.8.1 ORTESIS.....	66
7.8.2 ORTESIS DE RODILLA TOBILLO PIE (KAFO).....	67
7.8.3 INDICACIONES.....	67
7.8.4 DESCRIPCIÓN.....	68
7.9 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LAS ORTESIS.....	68

CAPITULO VIII

8.0 DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ORTESIS LARGA TIPO KAFO.....	71
8.1 ELABORACION DEL MOLDE NEGATIVO.....	71
8.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	71
8.3 TOMA DE MEDIDAS.....	71
8.3.1 MEDIDAS DE LONGITUD.....	72

8.3.2	MEDIDAS CIRCUNFERENCIALES.....	72
8.3.3	ALTURAS.....	72
8.4	TOMA DE MEDIDA ENYESADA.....	73
8.4.1	PRIMERA FASE.....	73
8.4.2	SEGUNDA FASE.....	73
8.5	RECORTE DEL MOLDE.....	74
8.6	CONFORMACIÓN DEL MOLDE POSITIVO	74
8.6.1	LLENADO DEL MOLDE NEGATIVO.....	74
8.7	RECTIFICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO	75
8.8	ALINEADO DEL MOLDE POSITIVO.....	75
8.8.1	EN EL PLANO FRONTAL.....	75
8.8.2	EN EL PLANO SAGITAL.....	75
8.9	TERMOCONFORMADO.....	75
8.10	AJUSTE, ADAPTACIÓN DE LAS BARRAS METALICAS Y ADAPTACION DEL ALZA COMPENSATORIA.....	76
8.11	ACABADO PROVISIONAL PARA LA PRUEBA DEL APARATO..	77
8.12	ACABADO FINAL.....	77
8.13	ENTREGA DE LA ORTESIS.....	78

CAPITULO IX

9.0	COSTOS.....	80
9.1	COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	80
9.2	COSTOS DE FABRICACIÓN.....	81
9.3	COSTOSDEMANO DE OBRA.....	82
9.4	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA.....	82
9.5	COSTOS DE INDIRECTOS.....	82

GLOSARIO	83
-----------------------	----

BIBLIOGRAFIA	86
---------------------------	----

ANEXOS	87
---------------------	----

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es presentado como parte del proyecto para el trabajo de graduación y tiene como finalidad la descripción de los procesos de elaboración de una prótesis modular tipo KBM para amputación transtibial y una ortesis tipo KAFO; considerando los aspectos importantes como lo son la historia clínica del usuario y su correspondiente evaluación clínica en donde se determinan los valores musculares y los arcos de movimiento, tanto del miembro afecto como del contra lateral y todos los datos que se consideran relevantes en el desarrollo del proceso de fabricación y el plan biomecánico del aparato.

Durante la descripción de los procesos de fabricación se detallaran los pasos aplicados para llegar al producto final; como lo son la toma de medidas, vaciado, rectificación del molde positivo, termoformado, laminado, alineamiento de banco, alineamiento estático, alineamiento dinámico, etc.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios Todopoderoso y a Maria Santísima por permitir la culminación de mi formación como Técnico en Ortesis y Prótesis

A mi madre, Berta Maria de Avelar; por todo su amor, apoyo, confianza y esfuerzo por sacarme adelante.

A mi padre Oscar Ovidio Avelar, quien a pesar de la distancia me brindo su apoyo incondicional, su afecto y fortaleza.

A Bairon Armando Mejía, por su ayuda y apoyo incondicional.

A mi familia por sus oraciones y su apoyo incondicional.

A la familia Mejía Córdova; quienes son como mi familia por contribuir al alcance de esta meta.

A mi asesora Ing. Evelin de Sermeño; por orientarme y confiar en mi capacidad para cumplir este reto.

A mis queridos instructores por compartir conmigo sus conocimientos y técnicas.

A mis queridos compañeros de la Escuela de Ortesis y Prótesis por todos os momentos compartidos, especialmente a aquellos que siempre me brindaron su afecto y apoyo durante estos tres años y durante la elaboración de este proyecto.

CAPITULO I
DETERMINACION DE LOS OBJETIVOS,
ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.0 OBJETIVOS GENERALES:

Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos obtenidos durante el periodo de estudio mediante el diseño y fabricación de ayudas ortopédicas como las ortesis y las prótesis que permitan mejorar la calidad de vida del usuario. Además, documentar los procesos de fabricación y las diversas patologías a las que van orientados.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Brindar a los usuarios aditamentos ortopédicos que le permitan desarrollarse óptimamente en las actividades de la vida diaria.
- Reestablecer la función y la imagen del miembro amputado.
- Proporcionar una mejor adaptación de la prótesis através de un diferente diseño de la cuenca.
- Lograr una marcha más estable y dinámica.
- Mejorar la alineación de la extremidad inferior mediante el uso de la ortesis.
- Determinar el diseño y adaptación de las ayudas ortopédicas que, proporcionen estabilidad y confort al usuario.
- Compensar la discrepancia de el miembro inferior derecho.

1.2 ALCANCES

- Proveer de ayudas ortopédicas a dos usuarios de escasos recursos económicos facilitando su desarrollo en las actividades del diario vivir.
- Lograr una mejor adaptación de la prótesis al usuario.
- Desarrollar conocimientos actuales en componentes ortopédicos.
- Mejorar la comodidad del usuario incorporando un nuevo aparato ortésico y que le permita una marcha mas cómoda y segura.
- Completar la elaboración de una prótesis y una ortesis como requisito de graduación.

1.3 LIMITACIONES

- Dificultad del usuario de la ortesis para obtener permisos en el trabajo para asistir a las pruebas del aparato.
- Limitado presupuesto para la obtención de componentes protésicos.
- La disposición del usuario de la prótesis para presentarse a las diferentes citas, ya que reside en un sitio lejano en el interior del país.

**PRÓTESIS TRANSTIBIAL
TIPO KBM**

CAPITULO II
Historia Clínica y Evaluación Funcional

2.0 HISTORIA CLINICA

2.1 DATOS PERSONALES:

NOMBRE: Fabio Antonio Peña

EDAD: 20 años

SEXO: masculino

PESO: 130 lb.

ESTADO CIVIL: soltero

DOMICILIO: carretera troncal del norte, kilómetro 33 Aguilares

OCUPACIÓN: enderezador y pintor

DIAGNOSTICO: amputación transtibial tercio medio del miembro inferior izquierdo.

2.2 PRESENTE ENFERMEDAD:

- Usuario con amputación transtibial tercio medio, a causa de traumatismo directo.
- Estuvo hospitalizado por cinco días en la ciudad de México, nunca estuvo inconsciente y refiere que se le prescribió a los pocos días una prótesis transtibial tipo PTB exoesquelética que se le fabricó en dicha ciudad, y posterior a su entrega, regresó a El Salvador.
- Manifiesta que nunca ha recibido terapia física.
- Actualmente tiene tres meses de usar la prótesis y refiere que esta “le causa dolor en el muñón al usarla por tiempo prolongado” en la zona del tendón rotuliano así como también “laceraciones por lo ajustado del cincho” en la zona supracondilar, “le queda floja” y eso le ocasiona dificultad para caminar con ella; aunque el refiere que a pesar de las molestias la usa todo el día y camina alrededor de tres kilómetros diarios.

2.3 ANTECEDENTES PERSONALES:

- No presenta alergias
- No hay presencia de otros antecedentes patológicos
- Esquema de vacunación completo.

2.4 ANTECEDENTES FAMILIARES:

- No contribuyentes

2.5 ANTECEDENTES PSICO-SOCIALES:

Estado mental aparentemente normal, colaborador, con adecuada aceptación a su manejo protésico y grandes deseos de superación.

Vive en una zona rural en la ciudad de Aguilares, la entrada es de fácil acceso.

2.6 ASPECTO SOCIO- ECONÓMICO:

Trabaja eventualmente en enderezado y pintura aunque en ocasiones también realiza oficios varios

2.7 EXAMEN FÍSICO:

Usuario activo que deambula con la ayuda de la prótesis sin ningún otro tipo de ayuda técnica. Se observa una marcha aceptable, sin claudicación y equilibrada; con muy buena presentación, e higiene personal, del muñón y de la prótesis.

Muñón de forma cilíndrica, temperatura normal, libre de hiperqueratosis, edema, contracturas, úlceras, ni cicatrices hipertróficas. Presenta alteraciones cutáneas a causa de lo ajustado del cincho, en la zona supracondilar y rozaduras en la zona del tendón rotuliano por la pseudoartrosis muñón-cuenca.

2.8 EXAMEN MUSCULAR Y ARTICULAR

2.8.1 MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO:

ARTICULACIÓN	ACCIÓN	MOVILIDAD ARTICULAR	FUERZA MUSCULAR
CADERA	Flexión	Completa	5
	Extensión	Completa	5
	Abducción	Completa	5
	Aducción	Completa	5
RODILLA	Flexión	Completa	5
	Extensión	Completa	5

No presenta inestabilidad ligamentaria en rodilla.

2.8.2 MIEMBRO INFERIOR DERECHO:

ARTICULACIÓN	ACCIÓN	MOVILIDAD ARTICULAR	FUERZA MUSCULAR
CADERA	Flexión	Completa	5
	Extensión	Completa	5
	Abducción	Completa	5
	Aducción	Completa	5
RODILLA	Flexión	Completa	5
	Extensión	Completa	5
TOBILLO	Flexión Dorsal	Completa	5
	Flexión Plantar	Completa	5

2.9 INDICACIÓN PROTÉSICA:

Prótesis transtibial tipo KBM Endoesquelética, con cuenca blanda de pelite de 5mm y pie SACH.

CAPITULO III
Marco Teórico

3.0 AMPUTACIÓN

Extracción completa y definitiva de una parte o totalidad de un miembro por varias causas y en distintos niveles.

3.1 CAUSAS DE AMPUTACIÓN

- Traumas.
- Enfermedades vasculares.
- Infecciones.
- Tumores.
- Malformaciones congénitas.

3.2 NIVELES DE AMPUTACIÓN TRANSTIBIALES:

- Tercio distal de la tibia.
- Tercio medio de la tibia.
- Tercio distal del la tibia.

3.3 AMPUTACIONES TRANSTIBIALES

La importancia de la conservación de la articulación de rodilla en la rehabilitación del paciente amputado de la extremidad inferior es evidente.

Tanto las indicaciones ortopédicas como las vasculares de amputación tienen el mismo objetivo común: conseguir el nivel de amputación lo más distal posible, respetando por orden de prioridad los siguientes principios:

- Dirigir los máximos esfuerzos a conservar la rodilla.
- No amputar a un nivel superior, excepto después del fracaso de un intento más distal.

Como norma general se ha de tener en cuenta que el peor muñón distal a la rodilla es más funcional que el mejor muñón a nivel del muslo. Los grandes avances protésicos con las cuencas de adaptación de contacto total, así como las complejas técnicas de fijación de las prótesis, determinan que los niveles de amputación clásicos preestablecidos sean menos importantes; así mismo pasa a segundo término la situación de las cicatrices.

3.4 INDICACIONES DE AMPUTACIONES TRANSTIBIALES

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

La elección de la altura a que ha de realizarse la amputación, depende en primer lugar de la localización de la obliteración y del estado de la circulación colateral. El examen del pulso, la auscultación vascular y la arteriografía nos pueden ofrecer importantes informaciones, aun cuando al final, lo decisivo para la elección de la altura correcta de amputación, será el estado en que se encuentren los tejidos durante el acto quirúrgico.

3.4.2 Traumáticas. Accidentes de trabajo, tránsito, bélicos, etc., como recurso para salvar la vida, en la que hay pérdida completa del sistema neuromuscular, con aplastamiento grave, compromiso vascular y deterioro marcado de la piel.

3.4.3 Infección. En ciertos casos, una infección agresiva localizada en una extremidad, además de producir compromiso focal, compromete seriamente el estado general. Por ejemplo, osteomielitis, gangrena gaseosa, que hoy, con el advenimiento de los antibióticos hacen que la amputación raramente sea necesaria.

3.4.4 Neoplasias. Sobre todo si son tumores malignos y primarios, requieren un tratamiento radical, antes que den metástasis o si el dolor es intenso, si la neoplasia se ha ulcerado, o por fractura patológica.

Los tumores metastásicos secundarios son los que con mayor frecuencia afectan a las extremidades, pero sólo muy rara vez son tratados mediante amputación.

3.4.5 Deformidades. Sean éstas congénitas o adquiridas. Niños con defectos parciales o totales de la extremidad pueden requerir intervención quirúrgica para hacer más funcional la extremidad afectada.

3.5 LA REHABILITACIÓN DESPUÉS DE UNA AMPUTACIÓN

La pérdida de una extremidad produce una discapacidad permanente que puede afectar la imagen que el paciente tiene de sí mismo, sus cuidados personales y su movilidad (movimiento). La rehabilitación del paciente que ha sufrido una amputación comienza después de la cirugía durante la fase aguda del tratamiento. Cuando el estado del paciente mejora, se suele empezar un programa de rehabilitación intensiva.

El éxito de la rehabilitación depende de numerosas variables, entre las cuales se incluyen las siguientes:

- El nivel y el tipo de la amputación.
- El tipo y el grado de los deterioros, discapacidades resultantes.
- El estado general de salud del paciente.
- El apoyo de la familia.

Es importante centrarse en potenciar al máximo las capacidades del paciente, tanto en casa como en la comunidad. El refuerzo positivo le ayuda a recuperarse, mejorar su autoestima y fomentar su independencia. El programa de rehabilitación se

diseña para atender las necesidades de cada paciente. La participación activa del paciente y su familia son fundamentales para el éxito del programa.

El objetivo de la rehabilitación después de una amputación es el de ayudar al paciente a recuperar el máximo nivel posible de funcionalidad e independencia y mejorar su calidad de vida general, tanto en el aspecto físico como en los aspectos psicológico, social y laboral.

Para poder conseguir dichos objetivos, los programas de rehabilitación para las amputaciones pueden incluir lo siguiente:

- Tratamientos para mejorar la cicatrización de la herida y los cuidados del muñón.
- Actividades para mejorar la coordinación motriz, aprender a llevar a cabo las tareas cotidianas y ayudar al paciente a conseguir el máximo nivel de independencia posible.
- Ejercicios para mejorar la fuerza, la resistencia y el control de los músculos.
- Adaptación y utilización de miembros artificiales (prótesis).
- Control del dolor tanto para el dolor postoperatorio como para el dolor fantasma (sensación de dolor que aparece por debajo del nivel en el que se ha amputado la extremidad).
- Apoyo emocional para ayudar al paciente durante el período de duelo y durante su readaptación a la nueva imagen de su cuerpo.
- Utilización de dispositivos de asistencia.
- Consejo dietético para mejorar la cicatrización y la salud.
- Consejo vocacional.

- Adaptar el hogar para ofrecer funcionalidad, seguridad, accesibilidad y movilidad.
- Educación del paciente y su familia.

3.5.1 EQUIPO DE REHABILITACIÓN

La rehabilitación de un paciente amputado debe realizarse por un equipo multidisciplinario.

El médico rehabilitador valorará la situación funcional del paciente y el estado del muñón. El planificará los ejercicios, según su estado de salud.

Con ayuda del técnico ortopédico se aconsejará y controlará la elección y ajuste de la prótesis más conveniente, así como le enseñará al paciente a colocarse y retirarse la prótesis, al igual que los cuidados que debe dispensar a la misma.

.El fisioterapeuta será el encargado de enseñarle a como cuidar el muñón, los ejercicios que debe realizar y a reeducar la marcha.

También es conveniente contar con la ayuda de un psicólogo así como un trabajador social en el equipo a fin de una completa rehabilitación emocional como social y laboral.

3.6 CUIDADOS DESPUÉS DE LA AMPUTACIÓN Y PREVIOS AL USO DE PRÓTESIS.

3.6.1 Cuidados del muñón:

En primer lugar es muy importante prevenir las deformidades articulares por malas posiciones, ya que si aparecen nos dificultarán la elaboración y uso de la prótesis; para ello evitaremos el poner cojines o almohadas debajo del muñón, podemos colocar un tablero debajo del colchón, y deberá el paciente mantener el muñón lo más extendido posible

Por otro lado se animará al paciente a realizar movimientos de las articulaciones próximas en este caso de la rodilla pues está amputado por debajo de esta.

Otro de los objetivos será el luchar contra la inflamación del muñón, que aparece tras la amputación, por lo que al paciente se le deberá enseñar como vendarse el muñón, esto ayudará a reducir el volumen y a darle forma al muñón.

Los vendajes se realizan con vendas elásticas anchas, sin hacer una presión excesiva y abarcando todo el muñón. Deben utilizarse todo el día mientras no se está protetizado y debe continuarse una vez se tiene la prótesis durante el tiempo que no se usa ésta

Durante esta fase previa a la protetización es importante fortalecer los músculos del muñón, ya que va a ser éste quién impulse la prótesis.

Por último se le deberá enseñar también como masajear el muñón, lo que ayudará a la circulación de retorno y evitará la formación de adherencias en la cicatriz.

3.6.2 Cuidados generales:

Se enseñarán al paciente ejercicios respiratorios con el fin de evitar complicaciones secundarias al encamamiento, se fortalecerá la otra pierna para así evitar la pérdida de masa muscular y fuerza que se produce por el encamamiento y la falta de uso, y por último se potenciará la fuerza de los brazos con vistas a caminar con bastones.

3.7 COMPLICACIONES SECUNDARIAS A LA AMPUTACIÓN.

3.7.1 Inmediatas:

- **Hematoma:** puede demorar la cicatrización de la herida y servir de medio de cultivo para la infección bacteriana.
- **Necrosis:** de los bordes cutáneos por sutura a tensión, que puede necesitar una reamputación por abertura de la herida operatoria.
- **Infección:** es más común por vasculopatía periférica. Todo absceso debe drenarse y se deben practicar cultivos .Puede requerirse una amputación más alta.
- **Sensación del "miembro fantasma":** es la percepción del paciente de que la parte amputada está presente. Esta sensación puede ser perturbadora, rara vez dolorosa. Suele desaparecer si se usa una prótesis. Puede también requerir evaluación psicológica.

3.7.2 Mediatas:

- **Contractura** de las articulaciones remanentes en la extremidad amputada. Se previenen colocando el muñón en posición correcta o en tracción, realizando ejercicios para fortalecer los músculos y movilizand las articulaciones.
- **Neuroma.** Siempre se forma un neuroma en el extremo del nervio seccionado. La incomodidad se debe a la tracción del nervio cuando el neuroma se encuentra adherido por tejido cicatricial. Se previene seccionando el nervio y, al retraerse, éste se esconde en partes blandas normales.

3.8 ALTERACIONES QUE PUEDEN DIFICULTAR O IMPEDIR LA PROTETIZACIÓN.

3.8.1 Equilibrio: es necesario un equilibrio aceptable para que la protetización sea funcional.

3.8.2 Visión: no contraindicada pero dificulta la protetización.

3.8.3 Neuropatías: las alteraciones superficiales y profundas, así como los déficit musculares que producen, pueden dificultar e impedir la protetización.

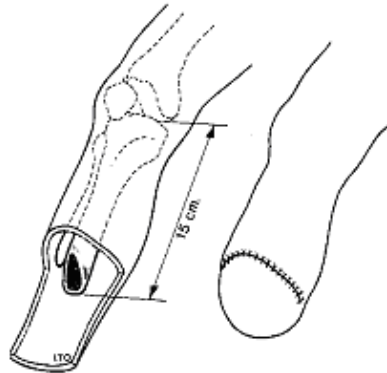
3.8.4 Cardiopatías e insuficiencia respiratoria: por el gran gasto energético que conlleva el uso de una prótesis.

3.8.5 El estado de la extremidad contralateral: puede presentar signos de isquemia, rigidez articular, atrofias musculares, y otros que podrían dificultar la actividad física del usuario

3.8.6 Deambulación previa a la protetización: si el usuario no deambula o lo hacía de una forma precaria, no puede pretenderse que la prótesis mejore esta situación.

3.9 CONDICIONES IDEALES DEL MUÑÓN TRANSTIBIAL DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO ORTOPÉDICO

Las condiciones ideales que debe reunir el muñón de una amputación transtibial, desde el punto de vista del técnico ortopédico, son las siguientes:



3.9.1 Nivel. Para tener un brazo de palanca capaz de impulsar la prótesis, es necesario un mínimo de 15 cm. desde la interlínea de la articulación de la rodilla, hasta el final de la sección de la tibia.

3.9.2 Particularidades de las resecciones óseas. Es conveniente que la parte antero inferior de la tibia se seccione oblicuamente y que la parte distal del peroné sea unos 2 cm. más corta que la porción tibial. También deben regularse las secciones tibial y perineal

Todo ello es necesario para evitar roces y presiones sobre el muñón por la compresión de la cuenca.

3.9.3 Almohadillado y cicatriz. Por debajo de la sección ósea debe realizarse un buen almohadillado de la parte distal. Uno de los métodos más aconsejables es el descrito por Vitali, que consiste en recubrir con la musculatura dorsal de la pantorrilla la sección anterior biselada de la tibia, Con esta técnica la cicatriz queda en un plano anterior y transversal, En otras técnicas de amputación la cicatriz puede quedar en la parte dorsal.

Desde el punto de vista del técnico ortopédico es fundamental un buen almohadillado, que la piel no esté en tensión y que la cicatriz en ningún caso esté situada bajo el muñón.

3.10 PRÓTESIS PARA AMPUTACIÓN TRANSTIBIAL CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN

Las prótesis transtibiales son el dispositivo externo utilizado para reemplazar la ausencia del miembro inferior en amputaciones por debajo de la articulación de la rodilla.

Está sujeta a las siguientes condiciones o influencias:

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

3.10.1 LAS CONDICIONES FISIOLÓGICAS

Describen tanto la situación general del usuario como los datos específicos fisiológicos del muñón amputado. Entre los más importantes tenemos:

- Edad.
- Sexo.
- Complicaciones anexas de los órganos internos.
- Complicaciones anexas del aparato locomotor.
- Condiciones psíquicas en general.
- Condiciones físicas corporales en general.
- Observaciones del muñón

- Grado o nivel de amputación.
- Técnica de amputación
- Longitud del muñón.
- Circulación del muñón.
- Consistencia de los tejidos.
- Condición muscular.
- Alcance de los movimientos.
- Condiciones de la piel.
- Condiciones de la cicatriz.
- Resistencia.
- Capacidad de soportar carga.

3.10.2 CONDICIONES BIOMECÁNICAS

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

3.10.3 CONDICIONES AMBIENTALES:

- 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 adecuados.
- Descripción del diseño de la cuenca.
- Descripción de construcciones especiales necesarias.

- Análisis de locomoción.

3.10.4 CONDICIONES MECÁNICAS

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

Entre ellas se encuentran: Fuerzas de tracción, tensión, presión, flexiones, torsión y momento de rotación a las que los componentes protésicos están sometidos.

3.11 PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN

Se deben seguir las reglas básicas siguientes:

Cada prótesis se construirá en tres dimensiones. Es decir, que la prótesis se construirá con ayuda de líneas directrices y con auxilio de plomada en:

- Dirección A-P (antero-posterior)
- Dirección M-L (medial-lateral)
- Dirección vertical (corte transversal).

Las prótesis se construirán de acuerdo con las leyes de la estática y de la dinámica sobre la cadena de articulaciones de la pierna (articulación del tobillo, rodilla y eventualmente de cadera). Estas deben ser estáticamente seguras y por otro lado deben propiciar o permitir la dinámica de la locomoción.

El compromiso entre la seguridad estática de la articulación y el movimiento dinámico del miembro se logra con el ordenamiento correspondiente de los componentes de acuerdo a las reglas básicas de la mecánica y a los requerimientos específicos de cada usuario.

La construcción óptima de la prótesis considera por lo tanto ambas cosas:

La Construcción estática básica (plomada, alineación de banco, etc.) y la corrección dinámica de la construcción (prueba, análisis de locomoción).

3.11.1 ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN Y DISEÑO DE PRÓTESIS

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

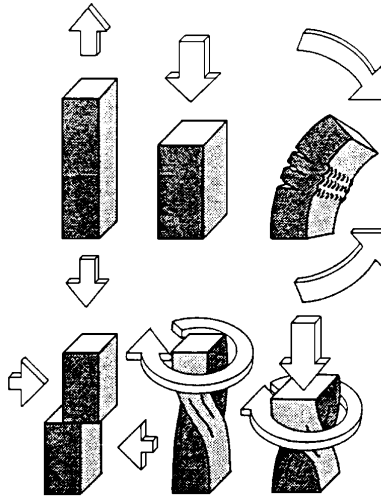
El confort y funcionalidad de la prótesis transtibial se determinan por lo tanto por la consideración de las partes del muñón que se pueden cargar y las que no se pueden cargar. Esto se aplica para el alojamiento del muñón (cuenca), así como para el diseño biomecánico correcto de la prótesis.

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

La biomecánica de la protésica 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 transmiten sobre 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 (antero-posterior medial-lateral).
- Momentos de rotación (en especial en las articulaciones).
- Momentos de torsión (alrededor del eje vertical).



PRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL MUÑÓN Y LA PRÓTESIS

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

Esto se logra optimizando los siguientes criterios:

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

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

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

3.12 BIOMECÁNICA DE ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN

La cuenca de la prótesis debe satisfacer ciertos objetivos básicos:

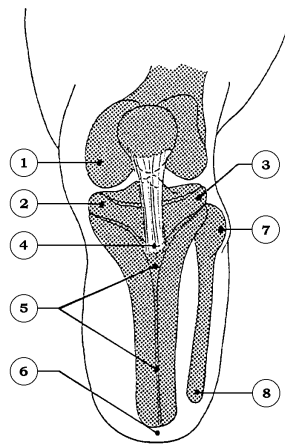
- Debe alojar el volumen del muñón.
- Debe transmitir fuerzas (estática y dinámica).
- Debe transmitir el movimiento.
- Debe adherirse totalmente al muñón.

Todas las fuerzas entre el 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, cuando se maximiza la superficie de apoyo de la cuenca que es el área de soporte, pues la repartición de la presión tiene que ver con criterios fisiológicos y no con criterios físicos.

Según estos criterios existen puntos o zonas de carga y descarga que se deben de tomar en cuenta para la construcción de una cuenca transtibial.

3.12.1 ZONAS DE DESCARGA:

Las áreas sensibles a la carga en el muñón transtibial son las siguientes:

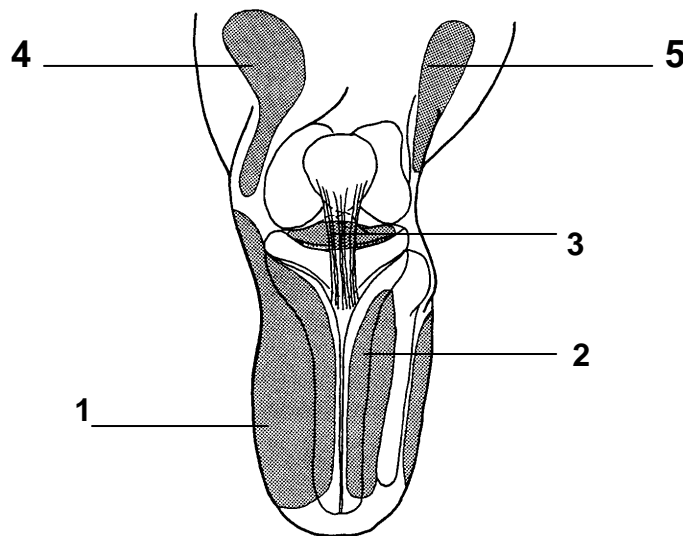


1. **Borde del cóndilo medial del fémur.** Este sólo se puede sentir cuando la rodilla está flexionada, normalmente no molesta, ya que no sobresale.

2. **Tuberosidad medial de la tibia.** Esta es menos protuberante que la externa. En algunos usuarios sin embargo se debe tomar en cuenta.
3. **Tuberosidad lateral de la tibia.** Esta es sensible notoriamente en casi todos los usuarios y requiere siempre de ser descargada.
4. **Tuberosidad anterior de la tibia.** Al contrario del tendón rotuliano, la tuberosidad anterior no se puede presionar.
5. **Borde anterior de la tibia.** La tibia vista transversalmente tiene una sección triangular. Este borde anterior y no la superficie medial, se debe descargar.
6. **Extremo distal de la tibia.** De acuerdo a la técnica de amputación y según la condición de las partes blandas de recubrimiento, la dirección de la cicatriz y los terminales nerviosos eventuales, este extremo del muñón no se puede presionar.
7. **Cabeza del peroné** es tangible en todo amputado transtibial. Siempre se debe descargar.
8. **Extremo distal del peroné.**

Todas estas áreas deben tomarse en cuenta durante la toma de molde enyesado y proceder a la descarga correspondiente en la rectificación del positivo.

3.12.2 ZONAS DE CARGA



Se pueden aplicar presiones en las siguientes áreas:

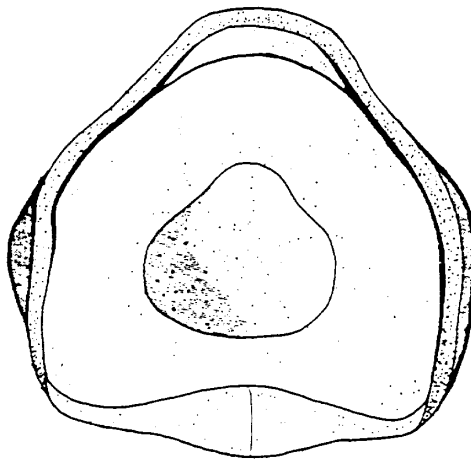
1. La superficie medial completa de la tibia hasta la parte inferior de la tibia cerca del final óseo del muñón.
2. Toda la superficie ínter ósea entre tibia y peroné (sobre el tibial anterior y el músculo peroneo), además abajo de la cabeza del peroné hasta 2cm. arriba del extremo distal del muñón.
3. El tendón rotuliano soporta presión pero no sus inserciones.
4. La superficie supracondilar femoral está en condiciones de soportar presiones laterales. Su tarea no es de soportar carga sino de evitar un movimiento lateral de la articulación anatómica (aducción – abducción). Sus partes proximales sirven de anclaje de la cuenca.
5. La superficie lateral supracondilar sirve de contra-apoyo a la superficie medial.
6. Los grupos de músculos del gastrocnemius-soleus y de la cavidad poplíteica son áreas de apoyo (en el marco de las dimensiones fisiológicas).

Es importante tener presente que las superficies de apoyo deben ser consideradas desde la toma de molde enyesado y deben ser reducidas por ser superficies musculares comprimibles en el modelo positivo pues la carga o descarga de las superficies mostradas representa el criterio de ajuste más importante de una cuenca de prótesis tibial.

Por lo que hay que buscar un equilibrio entre las partes del muñón que se descargan y las de carga. Un mayor contacto entre cuenca y muñón repartirá las áreas de carga sobre una superficie mayor, con el objetivo de evitar presiones puntuales.

3.12.3 FORMA DE LA CUENCA

La cuenca debe elaborarse en forma triangular pues dicha forma evita la rotación del muñón dentro de esta, se conforma por si sola cuando se respetan los criterios de ajuste antes mencionados.



**VISTA INTERIOR EN UNA CUENCA DE PROTESIS
DE FORMA TRIANGULAR**

3.13 CRITERIOS BIOMECANICOS DE CONSTRUCCIÓN

La construcción de una prótesis debe de satisfacer criterios estáticos y dinámicos.

En la estática se debe de crear un equilibrio en las fuerzas que se transmiten sobre la prótesis. Esto significa que en una postura de pie, el 50 % del peso corporal recarga sobre la prótesis y el otro 50% sobre la pierna contralateral y que la resultante de todas las fuerzas y momentos presentes se encuentran en la superficie de apoyo y si la cuenca esta correctamente alineada estáticamente no deberá presentar ningún momento de volteo, flexión rotación o torsión; que no sean compensados por fuerzas contrarias de igual magnitud.

En la dinámica, debido a que una prótesis no solo sirve para estar de pie sino para caminar esta sometida a fuerzas externas que actúan en relación al movimiento, por lo que debe haber un compromiso entre seguridad estática y dinámica.

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

- Posición en flexión
- Construcción en abducción
- Construcción en aducción
- Rotación interna
- Rotación externa
- Altura de la prótesis

3.14 CRITERIOS INDIVIDUALES DE ALINEACIÓN DE LA CUENCA

3.14.1 Alineación en flexión:

Se indica siempre que hay una contractura de flexión (inhibición de la extensión). El ángulo de flexión que se da a la cuenca depende del ángulo de la contractura de la articulación de rodilla. Si la contractura de flexión es susceptible de recibir tratamiento y mejoramiento, la alineación de la cuenca deberá ajustarse a medida del mejoramiento del ángulo de flexión.

Si el muñón no presenta contractura, la construcción básica de la cuenca se hará en una posición de flexión de aproximadamente 5°. Pues dicha flexión desvía las zonas de presiones anteriores y evita presiones dístales sobre el muñón.

Nunca debe construirse una cuenca para prótesis transtibial en posición de hiperextensión (una articulación de rodilla nunca debe estar en recurvatum).

3.14.2 Alineación de la cuenca en aducción o abducción:

Una cuenca de prótesis de pierna no puede ser construida, ni aducida ni abducida, sino solamente como lo indique la anatomía del muñón

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

3.14.3 Rotaciones:

Siempre y cuando la cuenca haya sido ajustada, no habrá rotación interna o externa, respecto al muñón.

Una cuenca de prótesis transtibial frecuentemente muestra una rotación hacia afuera (respecto al plano frontal) debido a que rótula se encuentra desplazada lateralmente y no está paralela al plano frontal.

La posición de rotación respecto a los planos de referencia la determina el muñón.

3.14.4 La altura de la prótesis:

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

3.15 ALINEACIÓN DE LOS COMPONENTES PROTÉSICOS

Para la construcción fundamental de una prótesis transtibial bajo el principio de ejes tridimensionales, resulta necesario definir una línea y los planos de referencia.

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

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

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

3.15.1 PROYECCIÓN DE LAS CUATRO VERTICALES

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

- **Vertical Anterior :**

Divide la zona de la rótula, casi simétricamente en una mitad medial y otra lateral. La posición aducida o abducida de la cuenca, con respecto a la línea media depende, como ya se ha descrito, de las características del usuario. En el pie, la línea vertical se proyecta a través del centro del primer dedo del pie protésico o entre el primer y segundo dedo.

- **Vertical Posterior:**

Divide la región poplíteica de la prótesis simétricamente en una mitad medial y otra lateral. Las posiciones aducidas y abducidas ya han sido descritas.

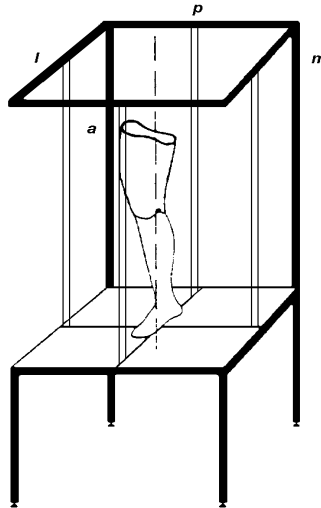
En su construcción fundamental, la vertical posterior se proyecta a través del centro del talón. Se permite una desviación lateral de 5mm.

- **Verticales Mediales y Laterales:**

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 rotuliano, en una mitad anterior y otra posterior. La posición de extensión o flexión de la cuenca con respecto a la vertical, ya ha sido tratada con anterioridad.

Si se divide la longitud del pie en tercios, la vertical estará un centímetro adelante del tercio posterior, en sus proyecciones medial y lateral.

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 usuario.



PROYECCION DE LAS CUATRO VERTICALES VISTA DESDE UNA CAJA DE ALINEACIÓN

3.16 ALINEACIÓN DINÁMICA DE LOS COMPONENTES

Para fines de control de construcción y ajuste de la prótesis, 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.

Debido a que 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; esta secuencia continua se subdivide en algunas fases instantáneas, para su análisis cinético (dinámico) tomando en cuenta y como referencia las más importantes que son: el contacto del talón, la fase de apoyo

medio y el despegue del pie; las tres se observan frontal, lateral y dorsalmente en el usuario en marcha.

Las mencionadas fases de la marcha resultan influenciadas por los siguientes parámetros de la construcción de la prótesis:

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

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 posibilite los ajustes a lo largo de la evaluación sin necesidad de corte de la prótesis.

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

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

3.17 CORRECCIONES DINÁMICAS Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CUADRO DE MARCHA DEL AMPUTADO

- **Adelantar el pie protésico:**

Significa en el contacto de talón, acortar la palanca del calcáneo, disminuye el momento de talón para la introducción a la fase media de apoyo.

En la fase media de apoyo, la longitud de palanca de antepié y calcáneo es de menor importancia. El adelantar el pie no tiene influencia considerable sobre la fase media de apoyo.

En la fase de elevación del talón y despegue del pie, significa la extensión de la palanca de antepié. Aumenta el momento de giro invertido del metatarso, aumenta la seguridad de rodilla, se dificulta el proceso de rodamiento del pie. En un claro adelantar del pie, ya no resulta posible un despegue vigoroso. 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.

En la fase de balanceo, la extensión de la palanca de antepié trae dificultad para el libre balanceo del pie protésico en la fase media de balanceo.

- **Atrasar el pie protésico:**

Produce en el choque de talón: Extensión de la palanca del calcáneo. Disminuye la seguridad de rodilla

En la fase de rodamiento del pie y despegue de antepié, 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. El centro de gravedad del cuerpo del paciente no debe elevarse tanto, el cuadro de marcha se hace más económico y más rápido.

En la fase de balanceo, El acortamiento de la palanca de antepié lleva alivio al libre balanceo del pie protésico.

- **Desplazamiento medial del pie protésico:**

En el contacto de talón: disminuye la base de sustentación, la línea de fuerza corre exterior al centro del talón resultando un desplazamiento lateral de la cuenca (aducción).lo que puede producir puntos de presión laterodistales y medio-proximales.

En la fase media de apoyo, antifisiológico y antieconómico, El centro de gravedad del cuerpo se encuentra lateral a la superficie de apoyo y las fuerzas producidas son igual que en el choque de talón.

En la fase de balanceo, dificulta el libre balanceo del pie.

Casi nunca hay razón para desplazar un pie protésico desde la posición neutral hacia medial.

- **Desplazamiento lateral del pie protésico:**

En el choque de talón, la línea de fuerza corre interior al centro del talón resultando un desplazamiento medial de la cuenca (abducción). De esta forma pueden aparecer puntos de presiones medio-dístaes y latero-proximales. El desplazamiento lateral es, sin embargo, menos crítico que el medial.

En la fase media de apoyo, dentro de límites cosméticos razonables tiene efecto estabilizador de la marcha. Estabilizará tanto una marcha dinámica como al geriátrico débil e inseguro, Aumenta la base de sustentación y la estética específicamente en mujeres.

En la fase de rodamiento del pie y el despegue de pie, la aceleración del centro de gravedad actúa en dirección al pie impulsor contralateral. El desplazamiento lateral del pie ayuda a este proceso.

- **Flexión plantar del pie protésico:**

En el choque de talón, produce poca flexión de pie y de rodilla dando más seguridad en esta fase de la marcha.

En la fase media de apoyo, Se regulará la flexión del pie si el zapato del usuario tiene un tacón más alto que el pie protésico. Una flexión plantar más allá del ángulo de tacón comprimirá la región metatarsiana del pie protésico y aliviará la carga sobre el talón de pie protésico hasta que este no presenta contacto con el piso. Se producirá un momento extensor sobre la rodilla empujándola en hiperextensión.

En la fase de impulsión: dificulta el libre balanceo de la prótesis.

- **Extensión dorsal del pie protésico:**

En la fase media de apoyo, el talón hará más pronto contacto con el suelo. En talón duro producirá rápidamente un momento de giro que conduzca a una flexión plantar que haga doblar la rodilla; también produce una rotación hacia lateral de la punta del pie.

Se regulará la dorsiflexión si el tacón del zapato es más bajo que el pie protésico. El ciclo de marcha se acelera y se vuelve a veces antifisiológico y antieconómico.

En la fase de impulsión, facilita el libre balanceo de la prótesis.

Estando de pie, la prótesis debe apoyarse de manera igual sobre el antepié como sobre su parte posterior a fin de evitar tensión a nivel de la rodilla.

- **Pronación del pie protésico y supinación del pie protésico**

Las correcciones de apoyo medial o lateral sobre el pie dependen de la alineación de la cuenca y deberán ser tratadas en este nivel aduciendo o abduciendo la cuenca con su relativo traslado.

- **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 externamente hacia afuera aumenta el área de apoyo.

Los ajustes de rotación del antepié pueden llevar a errores de rotación en el choque de talón. Esto ocurre en errores de rotación hacia afuera del pie (talón girado hacia medial), después de que el antepié se ha rotado hacia afuera.

3.18 PROTÉSICA FUNCIONAL TRANSTIBIAL

3.19 DESCRIPCIÓN DE LAS PRÓTESIS

3.19.1 PRÓTESIS PTB

Creada por la Universidad de Berkley California, la prótesis PTB (Patellar Tendon Bearing), aportó un notable avance en las prótesis para amputados tibiales. Su criterio esencial es la carga en el tendón rotuliano

El borde superior de la cuenca cubre anteriormente la mitad inferior de la rótula, los laterales llegan hasta la mitad inferior de los cóndilos femorales, mientras el borde superior de la pared posterior se halla situado a nivel de la línea articular de la rodilla. El muñón se apoya en esta prótesis principalmente:

- En la zona del tendón rotuliano mediante la depresión de la cuenca en ese punto.
- En el contra apoyo situado en la fosa poplítea.
- Sobre toda la superficie del muñón, especialmente en las partes blandas (zonas de carga), liberando de presión en las prominencias óseas (zonas de descarga).

3.19.2 PROTESIS PTS

Igual que la KBM, la cuenca envuelve los cóndilos. Posee involucramiento completo de la rótula para la sujeción de la prótesis. Este produce una limitación de extensión en el tendón del cuádriceps. La prótesis PTS, en su forma común, abarca y encierra más superficie del muñón que la necesaria (la rótula de todas maneras no es adecuada para la transmisión de carga). Sin embargo, después de que ese tipo de prótesis fuera desarrollado a mediados de los sesenta, la forma pura descrita existe muy raramente y las formas actuales de las prótesis representan “formas mixtas” de diferentes tipos.

3.19.3 PROTESIS KBM

Su nombre viene del alemán Kondylen Bettung Münster (asentamiento de cóndilos Münster). Fue diseñada para mejorar la estabilidad lateral de la rodilla, después de experimentar la prótesis PTB en los amputados transtibiales y comprobar que con este modelo dicha estabilidad se hallaba comprometida. Su fabricación corresponde a los mismos criterios de la prótesis PTB, sin embargo envuelve medial y lateralmente los cóndilos del fémur y fija con ello la prótesis al muñón. La pared medial de la prótesis envuelve el cóndilo interno del fémur como parte de construcción mecánica de la cuenca.

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

3.19.4 LA PRÓTESIS PTK

La PTK (Prótesis Tibial Kegel, según KEGEL) fue desarrollada a finales de los años setenta como forma mixta de las prótesis de cuenca mencionadas anteriormente. Por un lado, sigue los esquemas de modificación de la PTB, por otro lado, abarca los cóndilos del fémur. Además su corte frontal-proximal apoya el tendón del cuádriceps. La cuenca de paredes suaves encierra completamente la rótula, la cuenca externa de resina ha sido recortada en la zona de la rótula, las orejas medial y lateral han sido jalonadas lo más posible en dirección dorsal y frontal.

CAPITULO IV
Proceso de Fabricación de Prótesis
Transtibial Endoesquelética Tipo KBM

4.0 PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL

ENDOESQUELÉTICA TIPO KBM

4.1 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO DURANTE LA TOMA DE MEDIDAS

- Hoja de información protésica.
- Lápiz tinta negra.
- Lápiz de tinta indeleble.
- Media de nylon.
- Vendas de yeso.
- Recipiente con agua.
- Vaselina.
- Cinta métrica flexible.
- Calibrador de exteriores o pie de rey.

4.2 PASOS A SEGUIR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRÓTESIS

TRANSTIBIAL TIPO KBM

- Recepción del usuario y evaluación del muñón
- Toma de medidas
- Fabricación del molde negativo (toma de medida enyesada)
- Prueba del molde negativo
- Elaboración del molde positivo
- Elaboración de la cuenca de prueba
- Elaboración de la cuenca blanda
- Laminado
- Alineación de banco
- Alineación estática
- Alineación dinámica.
- Cosmética.
- Entrega.

4.2.1 RECEPCIÓN DEL USUARIO Y EVALUACIÓN DEL MUÑÓN:

Se toman los datos personales del usuario y se evalúan los siguientes aspectos del muñón: textura, cicatriz, estabilidad de la rodilla, existencia o no de contracturas (arcos de movimiento), fuerza muscular y cualquier otro aspecto que sea de relevancia para la buena adaptación de la prótesis.

4.2.2 TOMA DE MEDIDAS:

Con la ayuda de la cinta métrica flexible se mide:

- El largo del muñón desde el borde inferior de la rótula hasta el extremo distal de la tibia.
- Circunferencias, la primera dos centímetros abajo del tendón rotuliano y a partir de esta se miden circunferencias cada cinco centímetros de distancia, con el objetivo de controlar el volumen del muñón y lograr que exista un contacto adecuado entre la cuenca y el muñón; el número de medidas dependerá del largo del muñón.

Posteriormente con el calibrador se toma una medida antero posterior (A-P) desde la inserción del tendón rotuliano a la fosa poplítea y otra medio lateral a nivel del cóndilo medial del fémur, las cuales sirven para ajustar correctamente la prótesis en esa zona.

También debe tomar medidas al miembro inferior contralateral, tomando en cuenta que el pie deberá estar en contacto con el suelo, y sin el zapato.

Se ubica la parte más gruesa de la pantorrilla y se mide con la cinta métrica, al igual que la parte más angosta del tobillo y se registra esto en la hoja de información protésica para usarse como guía en la realización de la cosmética de la prótesis.

Para medir la altura de la prótesis se debe medir la altura del piso a la línea interarticular de la rodilla; indicando al usuario que se siente en una silla con el pie sobre el suelo, y su rodilla flexionada a 90 grados, colocando una mano arriba de la rodilla y con la otra mano en la superficie medial del pie, luego se gira el pie exteriormente mientras se sujeta el fémur, en su lugar podrá palpase la separación de la articulación tibio femoral y es de este punto donde debe medirse hasta el suelo.

Se registra la medida del largo del pie, la medida del zapato con la finalidad de tomarlo en cuenta en la selección del pie protésico.

4.2.3 TOMA DE MEDIDA ENYESADA:

En la primera fase se coloca una media de Nylon sobre el muñón, se marcan con lápiz indeleble las siguientes áreas: rótula y tendón rotuliano, tuberosidad y extremo distal de la tibia, cresta tibial, cabeza del peroné y extremo distal del peroné, borde superior del cóndilo interno del fémur, y otras zonas sensibles a la carga que se encuentren presentes.

Se preparan longuetas de venda de yeso de 5ó 6 capas para colocar a lo largo de la cresta tibial, en la cabeza del peroné, en el extremo distal del peroné, y en el extremo distal de la tibia si este es muy prominente, con el objetivo de aliviarlas de presión.

Al fraguar las longuetas, se les coloca vaselina para poder retirarlas del negativo posteriormente.

Se marca el tendón rotuliano, y otra dos centímetros más abajo y a partir de esta se realizan otras cada cinco centímetros de proximal a distal, luego se miden las circunferencias sobre cada una de las marcas realizadas (es importante recordar que dichas marcas y mediciones deben realizarse sobre las longuetas).

En la primera fase del molde negativo el muñón debe estar de 15 a 20 grados de flexión y el vendaje debe hacerse de proximal a distal iniciando a nivel de los cóndilos femorales, el yeso debe conformarse dándole forma triangular, debe hacerse presión en el 1/3 posterior del cóndilo femoral, realizando además un masaje continuo desde distal a proximal y una presión moderada a cada lado del tendón rotuliano y en la región de la fosa poplítea; es importante además que el cóndilo medial de la tibia quede bien definido, lo cual se lograra a través del masaje continuo.

Al fraguar el yeso se retira el molde teniendo en cuenta el cuidado de no deformarlo, se retiran las longuetas y se marcan las líneas de corte en la cara anterior; la línea de corte debe proyectarse hasta el borde inferior de la rótula, en

las paredes laterales debe proyectarse ligeramente por arriba del punto de presión supracondíleo.

Para marcar la líneas de corte en la pared posterior, colocando el molde negativo en ligera flexión trazar una línea a nivel del tendón rotuliano, la cual se proyectara hacia la cara posterior del molde negativo; posteriormente tomando como referencia la línea anterior trazaremos otra línea dos centímetros por debajo de esta, luego uniremos esta última línea con la línea dibujada en el borde proximal de las paredes laterales , se realizan los cortes y se abre un agujero en la parte distal del molde.

Cuando ya se han realizado los cortes se coloca una media en el muñón del usuario y se realiza un prueba con el molde negativo, en donde se verificara que el molde negativo tenga forma triangular, que la presión supracondílea se encuentre por encima del 1/3 posterior del cóndilo femoral, que el recorte de la cara anterior del negativo coincida con el borde inferior de la rótula y que exista un contacto total.

Se le pide al usuario que realice movimientos de flexión y extensión con y sin resistencia para determinar si hay o no presencia de puntos de presión.

En la segunda fase, se le indica a este que flexione la rodilla a 90° y se verifica que el molde negativo este bien ajustado al muñón, se corta una lengüeta de seis capas y del largo suficiente para cubrir la parte posterior del muñón y la altura de la fosa poplítea, se coloca la lengüeta y se realiza presión entre los tendones de los músculos flexores de la rodilla (isquiotibiales).

En la tercera fase, se coloca el muñón nuevamente en de 15 a 20 grados de flexión, se refuerza la presión supracondílea con una lengüeta de yeso de 5 a 6 capas , la cual debe cubrir la parte anterior y laterales de la articulación de la rodilla; antes de colocar la lengüeta se debe colocar vaselina o cualquier otro aislante sobre el molde negativo para poder luego retirar la lengüeta; tomamos una medida medio lateral (M-L) a nivel de la presión supracondílea sobre la última lengüeta

colocada, con el objetivo de medir la presión ejercida en la toma de medidas y tomarla en cuenta en la modificación del positivo; se retira la lengüeta sin olvidar hacer unas marcas para poder colocarlo luego posteriormente de la forma correcta; luego se retira la lengüeta y el molde negativo y se limpia el muñón.

4.3 ELABORACIÓN MODIFICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO:

Se prepara una mezcla de yeso y agua para vaciar el molde negativo, antes que la mezcla empezara a fraguar se coloca un tubo de ½ pulgada, al fraguar el yeso se retira el molde negativo.

Al tener el molde positivo se realizan todos los ajustes de acuerdo a la información obtenida en la hoja de evaluación protésica. El objetivo de ésta modificación es el de eliminar la presión en las zonas sensibles a la carga e incrementarla en las zonas de descarga.

El área del espacio poplíteo, se debe remover yeso tan profundo como las marcas de los dedos y a la misma altura del tendón rotuliano con el cuidado de no comprimir los tendones de los isquiotibiales; luego es necesario suavizar el yeso con cedazo para el termoconformado.

Se remueve yeso hasta un centímetro entre el borde inferior de la rotula hasta el tubérculo tibial, esto para conformar la presión rotuliana.

4.4 ELABORACIÓN DE LA CUENCA DE PRUEBA:

Una vez tenemos el molde positivo se procede a la elaboración de la cuenca de prueba. Se coloca el molde en el sistema de succión colocándole una media de nylon al molde positivo y luego se corta la lámina de polipropileno con las medidas adecuadas y se procede al termoconformado.

Seguidamente se marcarán las líneas de corte y se retirará la cuenca de polipropileno.

El polipropileno nos brinda la capacidad de poder apreciar las zonas de presión en el muñón, pues en el momento de la prueba se examinan las áreas que tienen excesiva presión así como las áreas que no están haciendo contacto.

Después de realizar la prueba de la cuenca se procede a la fabricación de la cuenca blanda.

4.5 ELABORACIÓN DE LA CUENCA BLANDA:

Con la ayuda de la cinta métrica, se mide una circunferencia de la parte más ancha del molde a nivel de los cóndilos, y a esta medida se le aumentan 2cm; se mide el largo del molde y se le suma a esta medida 2cm y se toma otra circunferencia a la parte más angosta del molde a nivel distal a la cual se le resta 2cm.

Posteriormente estas medidas son transferidas al material suave (en este caso pelite de alta densidad de 5mm de espesor) y se corta en forma de trapecio; a esta pieza se le realizan desbastes de 2cm de ancho en los extremos contrarios hasta llegar a 0°, a la superficie desbastada se le aplica goma de contacto y se unen formando un cono.

Se espolvorea con talco el molde positivo y el interior del cono de pelite, se calienta el cono de pelite con una pistola de calor y se coloca el cono de pelite sobre el positivo y se mantienen con las manos las zonas de depresión del mismo y se corta el sobrante distal del pelite, luego se retira el clavo pequeño y se pega una pieza de pelite en el extremo distal y se lijan el borde de unión de las dos piezas los cuales no deben sobrepasar el ancho de la cuenca suave posteriormente se coloca en este mismo extremo un pelite de 1cm. se lija los bordes de unión, y sucesivamente se coloca otra pieza de pelite que se lija de la misma forma y se termina el trabajo de lijado con la ayuda de una lija en forma de helicóptero.

Luego se debe rellenar la depresión a nivel del cóndilo femoral con uno o dos piezas de pelite, que debe quedar cóncavo a fin de tener un buen agarre del muñón.

Al finalizar la elaboración de la cuenca blanda, con la ayuda de la lijadora de banda lijamos en el extremo distal con el objetivo de dejar plana esa superficie y

proporcionarle los 5° de flexión que deben dársele para evitar presiones antero distales y los 5° de aducción que corresponden a la posición fisiológica del muñón.

4.6 LAMINACIÓN DE LA CUENCA:

Se sitúa el molde positivo con la respectiva cuenca blanda en un plato para laminación, se aísla la cuenca blanda con una bolsa de PVA, se coloca el textil que nos dará colorido al interior del cuenca rígida, una capa de felpa, tres capas de media tubular de nylon y se coloca una capa de fibra de vidrio que en especial refuerce la zona del tendón rotuliano, la presión en la fosa poplítea y el área de los cóndilos (paredes laterales), luego se coloca la pirámide adaptadora para cuenca que será ubicada controlando que no se encuentre en rotación (con el cuidado de no perder los 5° de flexión y 5° aducción que se le han dado a la cuenca blanda anteriormente), tres capas más de media tubular de Nylon y el textil que le dará vistosis y colorido al exterior de la cuenca; posteriormente se coloca una bolsa de PVA para efectuar el laminado en resina.

Se prepara la resina de acuerdo al tamaño del molde y se diluye con el catalizador tomando en cuenta que por cada 100gr de resina de deben mezclar 4cc de catalizador; y se inicia el proceso de laminación introduciendo la resina en la bolsa de PVA, se ayuda a la resina a impregnar los textiles que se han colocado, ejerciendo un buen masaje alrededor del todo el molde, y más aún donde se colocaron los refuerzos de fibra de vidrio; una vez bien impregnada la resina y sin que se encuentren burbujas de aire adentro, de la laminación, se estira la bolsa de PVA y se amarra a nivel del extremo distal del molde sujetando con este amarre la pirámide adaptadora para cuenca.

Después de tener la cuenca laminada y los componentes modulares que se utilizarán. Se procede al montaje de estos y se define la altura de la prótesis

4.7 ALINEACIÓN DE BANCO:

Una vez montados los componentes protésicos se controlará en la caja de alineación:

La altura desde el suelo hasta el platillo tibial, que será determinada por la altura del miembro contralateral. Que en el plano frontal la línea de plomada anterior pase desde abajo hacia arriba en el segundo dedo y en el centro de la rótula. En la vista posterior, la plomada se proyecta a través del centro del talón y dividirá simétricamente la región poplítea. En el plano sagital la línea de plomada se proyecta 1cm adelante del tercio posterior del pie, y que a nivel del tendón rotuliano divide la cuenca en dos mitades iguales.

4.8 ALINEACION ESTATICA:

En la alineación estática se debe crear un equilibrio en las fuerzas que se transmiten sobre la prótesis; esto significa que el 50% del peso corporal recarga sobre la prótesis y el orto 50% sobre la otra pierna. Si el amputado alcanza el estado de equilibrio a través de una posición forzada o por medio de un esfuerzo muscular, entonces la prótesis desde el punto de vista del técnico ortopédico no ha sido construida correctamente.

4.9 ALINEACIÓN DINÁMICA:

El objetivo de la alineación dinámica es realizar una prueba en la que el usuario se interrelaciona e interactúa con la prótesis caminando por un cierto periodo de tiempo, en donde se realiza un análisis de la marcha teniendo como referencia los parámetros de la marcha normal; esta alineación permite realizar ajustes antero posteriores, medio laterales hasta conseguir una marcha funcional en el usuario, esta alineación se hará dentro de las barras paralelas para brindar mayor seguridad al usuario.

Se controlará la alineación en todos sus planos y se verificarán fases de la marcha, el equilibrio, la adaptación de la cuenca, el confort del usuario y se inspeccionarán las zonas de presión en el muñón.

4.10 COSMÉTICA

Una vez efectuada la prueba dinámica al usuario, se cubre la prótesis desde la parte superior del pie hasta la mitad de la cuenca con una espuma de forma cilíndrica, fabricada para tal efecto, a la cual se le dará forma con la ayuda de una fresadora, basándose en las medidas de la pierna contra lateral y con el perfilograma de esta; finalmente al haber obtenido la forma requerida se colocara una media de nylon de un color de acuerdo a la tez del usuario.

4.11 ENTREGA DE LA PRÓTESIS:

Se realiza una última evaluación en coordinación con el fisiatra o con el médico ortopeda, para determinar la funcionalidad, la comodidad y lo cosmético del dispositivo fabricado, a través de un análisis de la marcha. Satisfechos dichos objetivos se hace entrega de la prótesis y se le dan al usuario las instrucciones de uso.

4.12 INSTRUCCIONES DE USO:

Se le coloca la prótesis al usuario explicándole el procedimiento para colocársela y quitársela. Se le explica que debe realizar una revisión de la piel todos los días tras quitarse la prótesis para prevenir la aparición de lesiones, que debe limpiarla diariamente y que debe tener una adecuada higiene del muñón y de los componentes protésicos. Se le aconseja que en caso de algún daño o molestia debe acudir inmediatamente con su técnico ortopeda para la realización de una revisión.

CAPITULO V

COSTOS

5.0 COSTOS

5.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR POR UNIDAD EN DOLARES	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO EN DOLARES
Vendas de yeso 6"	Unidad	2.06	2 unidades	4.12
Stockinett 6"	Yarda	1.15	3 yardas	3.45
Yeso calcinado	bolsa de 50 libras	0.12	20 lb.	2.40
Polipropileno de 5mm	lamina de 2m x 1m	42.43	1/8 de pliego	5.30
Resina naval	Galón	12.85	¼ de galón	3.21
Bolsas de PVA	Unidad	3.00	2 unidades	6.00
Catalizador	cm ³	0.009	32cm ³	0.29
Pie protésico	Unidad	57.71	1 unidad	57.71
Felpa	Yarda	4.57	¼ yarda	1.14
Fibra de vidrio	yarda	2.50	1/8 de yarda	0.31
Kit modular transtibial	Unidad	114.50	1 unidad	114.50
Dacrón	Yarda	2.50	¼ de yarda	0.62
Media cosmética	Unidad	3.50	1 unidad	3.50
Espuma cosmética	Unidad	11.00	1 unidad	11.00

Total: \$ 213.52

5.2 COSTOS DE FABRICACIÓN

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR POR UNIDAD EN DOLARES	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO EN DOLARES
Pegamento	botella	1.15	1/8 de botella	0.14
Tubo galvanizado de 6"	1 metro	10.00	½ metro	0.84
Lija 320	pliego	0.57	¼ pliego	0.14
Lija 180	pliego	0.57	½ pliego	0.28
Cinta aislante	rollo	2.85	½ rollo	1.42
Jeringa	unidad	0.17	1 unidad	0.17
Vasos	unidad	0.05	2 unidades	0.10
Baja lenguas	unidad	0.02	2 unidades	0.04
Cinta adhesiva	unidad	2.00	1 unidad	2.00

Total: \$ 5.13

5.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

SALARIO DEL TÉCNICO	\$ 450.00
HORAS HOMBRE EFECTIVAS	160 horas
COSTO POR HORA	\$2.85
HORAS EFECTIVAS FABRICACIÓN PRÓTESIS	24 horas

5.4 COSTO DE MANO DE OBRA: \$ 2.85 x 24 horas = \$ 68.40

COSTOS DE MATERIA PRIMA	\$213.52
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$05.13
COSTO DE MANO DE OBRA	\$68.40
TOTAL DE COSTO VARIABLE:	\$287.05

5.5 COSTOS INDIRECTOS

100% de la mano de obra: \$ 68.40

COSTO TOTALES VARIABLE	\$287.05
COSTOS DE MANO DE OBRA INDIRECTOS	\$68.40

COSTO TOTAL DE LA PRÓTESIS: \$ 355.40

ORTESIS TIPO KAFO

CAPITULO VI
Historia Clínica y Evaluación Funcional

6.0 HISTORIA CLINICA

6.1 DATOS PERSONALES:

- NOMBRE: Elmer Antonio Aparicio
- EDAD: 28 años
- SEXO: masculino
- ALTURA:
- OCUPACION: Cajero
- DOMICILIO: Cantón Nance Verde; Candelaria, Cuscatlán.
- DIAGNÓSTICO: Poliomiелitis.
- SECUELA: Monoparesia de miembro inferior izquierdo y pie caído en miembro inferior derecho.

6.2 PRESENTE ENFERMEDAD:

El usuario refiere que a los 9 meses su madre lo llevo de emergencia al hospital por presentar fiebres y diarreas, donde permaneció hospitalizado alrededor de tres meses, y luego de que se le realizaron algunos análisis le fue diagnosticada la enfermedad de la poliomiелitis.

Asiste a controles médicos para ver su estado general y para las reparaciones de su ortesis

- Usa bastón canadiense desde hace diez años
- Cuando se mantiene de pie por mucho tiempo se presenta dolor en su miembro inferior izquierdo
- Presenta un cuadro de dermatitis por el uso del aparato
- Utiliza AFO dinámico en miembro inferior derecho.
- Utiliza ortesis tipo KAFO en miembro inferior izquierdo desde hace 10 años.
- No deambula sin sus ortesis
- Presenta acortamiento de 3 cm. en su miembro inferior izquierdo.

6.3 ANTECEDENTES PERSONALES:

- Producto del primer embarazo al termino
- Parto sin complicaciones
- No posee todas las vacunas
- A los nueve meses de vida fue hospitalizado
- A los 13 meses de vida le fue diagnosticada poliomiелitis
- Nunca ha sido intervenido quirúrgicamente.
- No padece ninguna otra enfermedad.
- Antes de usar la ortesis solo usaba zapatos ortopédicos, con los cuales caminaba auxiliándose de dos muletas.

6.4 ANTECEDENTES FAMILIARES:

- No contribuyentes

6.5 ANTECEDENTES PSICOSOCIALES:

Estado mental aparentemente normal, con adecuada aceptación de su rehabilitación y manejo ortésico, muy colaborador y con grandes deseos de superación.

6.6 ASPECTO SOCIOECONÓMICO:

Labora en un supermercado de esta localidad como cajero y manifiesta que su madre depende económicamente de él.

6.6 EXAMEN FÍSICO:

Usuario en la tercera década de la vida, orientado en tiempo, lugar y espacio.

En miembro inferior izquierdo, presenta afecciones dermatológicas consecuentes al uso de la ortesis, acortamiento de 3 cm. y notable atrofia muscular. Articulación de Rodilla en valgo no contracturado de 15 grados que sede 9 grados a la corrección, inestabilidad de ligamentos colateral medial y cruzado anterior.

En miembro inferior derecho presenta notables afecciones dermatológicas a nivel del tobillo, debilidad de los músculos dorsiflexores del pie y dedos en garra.

ANALISIS DE MARCHA:

A pesar de utilizar una ortesis tipo KAFO en su miembro inferior izquierdo está no ayuda a la estabilización de la rodilla por lo que el usuario se debe amarrar un pañuelo para estabilizar la misma.

Deambula con una notable rotación externa de pie derecho y realiza inclinación lateral de tronco hacia el lado derecho.

6.7 EXAMEN MUSCULAR Y ARTICULAR

6.7.1 MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO

ARTICULACIÓN	ACCIÓN	MOVILIDAD ARTICULAR	FUERZA MUSCULAR
CADERA	Flexión	Completa	1
	Extensión	Completa	1
	Abducción	Completa	2
	Aducción	Completa	1
RODILLA	Flexión	Completa	0
	Extensión	Completa	0
TOBILLO	Flexión Dorsal	Completa	1
	Flexión Plantar	Completa	1

6.7.2 MIEMBRO INFERIOR DERECHO

ARTICULACIÓN	ACCIÓN	MOVILIDAD ARTICULAR	FUERZA MUSCULAR
CADERA	Flexión	Completa	2
	Extensión	Completa	3+
	Abducción	Completa	2+
	Aducción	Completa	1
RODILLA	Flexión	Completa	3-
	Extensión	Completa	2
TOBILLO	Flexión Dorsal	Completa	3
	Flexión Plantar	Completa	1+

6.8 INDICACION ORTESICA:

Ortesis larga tipo KAFO en polipropileno, con barras laterales articuladas de duraluminio con bloqueo y alza de 3cm.

CAPITULO VII
MARCO TEÓRICO

7.0 POLIOMIELITIS

La poliomielitis es una enfermedad vírica que afecta las neuronas motoras del asta anterior de la médula espinal y es capaz de producir una parálisis permanente. En la actualidad es una enfermedad casi del todo evitable gracias al desarrollo de vacunas efectivas. De hecho en 1991, el 85% de los niños del mundo recibían tres dosis de la vacuna polio virus trivalente. Sin embargo todavía pueden transcurrir muchos años antes de que ésta enfermedad este controlada por completo, particularmente en países subdesarrollados o no industrializados

7.1 INCIDENCIA Y ETIOLOGÍA:

Antes del descubrimiento de la vacuna contra la poliomielitis, esta enfermedad era la causa más frecuente de invalidez en niños y, en menor grado, en adultos. En los países altamente desarrollados con extensos programas de vacunación, la poliomielitis es afortunadamente rara. Sin embargo en algunos países en desarrollo. La poliomielitis continúa siendo una amenaza tanto para la vida como para las extremidades, afecta a los niños con mayor frecuencia que a las niñas y ataca a las extremidades inferiores con mayor frecuencia que las superiores o el tronco.

El virus de la poliomielitis del cual existen tres tipos, pertenece al grupo de los enterovirus. Penetra al organismo a través del tubo digestivo y se disemina por el torrente sanguíneo hasta su objetivo, las células del asta anterior de la médula espinal y el tronco del encéfalo. La poliomielitis se presenta generalmente en forma de epidemias, en particular al final del verano pero también puede aparecer esporádicamente.

7.2 PREVENCIÓN:

Una vacuna con virus inactivados desarrollada por Salk y otra con virus atenuados debida a Sabin, son dos de los avances médicos más significativos de este siglo. Ambas vacunas resultan altamente eficaces y seguras.

7.3 PATOLOGÍA Y PATOGENIA:

La poliomielitis puede ser abortiva (no produce síntomas), no paralítica (con síntomas sistémicos) y paralítica. Después de un periodo de incubación de dos semanas, el virus ataca las células del asta anterior y puede destruirlas produciendo, por tanto, una parálisis permanente del tipo de la neurona motora inferior de las fibras musculares que inerva. Otra posibilidad es que la infección de la médula ocasione un edema inflamatorio temporal del asta anterior, o incluso una lesión reversible de las células que originan una parálisis transitoria. Lo que se expone a continuación se limita a la poliomielitis paralítica.

7.4 MANIFESTACIONES CLÍNICAS Y DIAGNÓSTICO:

Durante la fase prodrómica, que dura dos días, el paciente experimenta síntomas sistémicos inespecíficos comunes a muchas infecciones víricas: cefaleas, malestar general, y dolores musculares generalizados.

Durante la fase aguda de la poliomielitis paralítica, el paciente presenta fiebre, cefalea intensa, rigidez de nuca (indicio de irritación meníngea), espasmo doloroso, y dolor a la palpación de los músculos afectados. En este momento el líquido cefalorraquídeo contiene un alto número de linfocitos. Es en el transcurso de la fase aguda, que dura dos meses aproximadamente, cuando se desarrolla una parálisis flácida en aquellos músculos inervados por las células del asta anterior. La extensión de la parálisis varía desde la debilidad de un músculo o grupo muscular a la parálisis completa de todos los músculos de las cuatro extremidades y el tronco; si también está afectado el tronco del encéfalo (poliomielitis bulbar) se paralizan los

músculos de la respiración y se requiere respiración asistida (mecánica) para salvar la vida del paciente.

Durante la fase de recuperación (fase de convalecencia) que dura hasta dos años, se produce una recuperación gradual de cualquier parálisis transitoria; la mayor parte de esta recuperación ocurre en los primeros seis meses. Aproximadamente un tercio de los pacientes conseguirán una recuperación completa durante esta fase.

La fase de la parálisis residual persiste durante el resto de la vida del paciente y en ella no debe esperarse una mayor recuperación. Alrededor de la mitad de los pacientes con parálisis residual solo presentan una afectación moderada, pero el resto queda con una extensa parálisis. Las causas de la deformidad paralítica incluyen el desequilibrio muscular, la contractura muscular la atrofia muscular y, durante la infancia, el retraso del crecimiento longitudinal de los huesos en la extremidad afectada. Se desarrollan varias deformidades pos poliomielíticas típicas que dependen de la extensión y la distribución de la parálisis.

7.5 TRATAMIENTO:

Durante la fase aguda, el paciente reposa en cama y es tratado sintomáticamente. Se utilizan férulas para prevenir las contracturas en las extremidades afectadas, y después que el espasmo muscular ha cedido las articulaciones de una extremidad paralizada se movilizan suavemente a lo largo de todo el rango de movimiento durante varios minutos cada día.

El tratamiento durante la fase de recuperación incluye ejercicios activos para fortalecer los músculos que se están recuperando y férulas ajustadas para estabilizar las extremidades débiles, prevenir las contracturas y mejorar la función.

El tratamiento para personas con parálisis residual se selecciona de acuerdo con los seis principios del tratamiento ortopédico de los trastornos y lesiones neurológicas, mencionados anteriormente. El tratamiento quirúrgico se difiere hasta que ya no hay esperanza de una mayor recuperación muscular.

Las intervenciones quirúrgicas más efectivas para los pacientes con parálisis flácida en la fase residual de la poliomielitis incluyen: alargamiento tendinoso, transposición tendinosa, tenodesis, osteotomía cerca de una articulación, artrodesis, corrección de la diferencia de longitud de las extremidades.

En algunos pacientes la parálisis residual en una extremidad inferior es tan extensa que requiere el uso permanente de férulas que proporcionan estabilidad durante la bipedestación y la deambulaci3n. En otros con una atrofia evidente de una extremidad inferior es posible igualar de forma efectiva el aspecto de las extremidades aplicando una ortesis cosmética sobre el segmento atrofiado de la extremidad. Los pacientes con una extensa parálisis residual, en particular cuando ésta afecta ambas extremidades inferiores, precisan una rehabilitaci3n que ha de llevarse a cabo minuciosamente.

7.6 Deformidades más comunes:

- Pie equinovaro
- Pie equino
- Pie caído
- Pie valgo pronado
- Pie talo
- Rodilla en flexi3n
- Genu recurvatum
- Genu valgo
- Cadera en flexi3n y abducida
- Escoliosis

Es conveniente señalar que las alteraciones patológicas que afectan al miembro 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 duraci3n

del ciclo de marcha y, durante la misma, el miembro inferior sometido a las mayores cargas tensiones mecánicas, como consecuencia del peso corporal”.

7.7 DESVIACIONES DE MARCHA MÁS COMUNES

Las desviaciones de la marcha más comunes, debido a la parálisis de ciertos músculos, más frecuentes son:

- Inclinación lateral del tronco: generalmente a causa del acortamiento del miembro más afectado, debilidad de abductores y aductores de la cadera.
- Elevación de la pelvis en la fase de balanceo: del lado del miembro más largo, debilidad de los isquiotibiales.
- Rodilla en hiperflexión: por laxitud ligamentaria y debilidad de cuádriceps
- Pie caído: por un inadecuado control de la dorsiflexión y/o lesión neurológica.

7.8 TRATAMIENTO ORTÉSICO

7.8.1 ORTESIS:

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, se utiliza con la intención de mantener, mejorar o restaurar la función. Podríamos además añadir que está en contacto permanente con el cuerpo humano, lo que las diferencia del resto de ayudas técnicas; y que se utiliza para el tratamiento de alguna deficiencia física o discapacidad.

El tratamiento ortésico en usuarios con parálisis residual debe ser orientado a la prevención de deformidades, (si estas ya existen deberá corregir las deformidades) mejorar el desequilibrio muscular, mejorar la función del miembro, mejorar la marcha, propiciar la rehabilitación y la independencia del usuario en la realización de sus actividades en el diario vivir.

Hay numerosos datos clínicos que las ortesis de miembro inferior contribuyen a mejorar el equilibrio y el control de tronco en bipedestación, así como la deambulación y la motricidad, favoreciendo el control de los movimientos involuntarios en algunos casos incoordinación o espasticidad, en cuanto a la mejoría de la marcha, sabemos que aumentan la estabilidad en el apoyo del miembro inferior lesionado, que aumentan la longitud de paso, la simetría del mismo, mejoran el contacto del pie con el suelo y eliminan algunas posturas rígidas. Quizá esto explique el hecho de que la mayoría de ortesis prescritas en el miembro inferior son ortesis de marcha.

7.8.2 ORTESIS DE RODILLA TOBILLO PIE (KAFO)

El KAFO (Knee-Ankle-foot-orthetic) siglas en ingles que significan ortesis de rodilla, tobillo y pie.

Es una ortesis estabilizadora y alineadora del miembro inferior, que proporciona una ayuda para la marcha por medio del control que realiza sobre las articulaciones.

Su finalidad principal es mantener estable la extremidad inferior en extensión, sobretodo en la fase de apoyo, controlando principal y fundamentalmente la articulación de la rodilla y posibilitando la bipedestación y la marcha en usuarios con debilidad muscular en el miembro inferior.

Sus funciones son la estabilización y alineación de las articulaciones del miembro inferior durante la bipedestación y la deambulación.

7.8.3 INDICACIONES:

- Enfermedades que se manifiestan con debilidad muscular del miembro inferior
- Paresia o parálisis de la musculatura proximal del miembro inferior que afecta a una o ambas extremidades.

- Alteraciones posturales del miembro inferior de tipo espástico o compensatorias para afecciones del sistema nervioso central
- Dolores articulares de origen traumático, inflamatorio o degenerativo que aumentan ante la carga axial.
- Tras el tratamiento quirúrgico de estructuras ligamentosas y/o lesiones óseas.

7.8.4 DESCRIPCIÓN:

Construido en termoplástico (polipropileno), articulaciones de rodilla y en ocasiones de tobillo, metálicas; la parte superior esta constituida por una valva posterior, por la pierna desciende otra valva posterior que abarca el tobillo y la planta del pie.

Peso ligero: debido a la debilidad muscular la ligereza combinada con la resistencia son los factores más deseables a reunir en una ortesis.

Movilidad y congruencia articular: la movilidad articular y la congruencia de los ejes anatómicos y mecánicos son importantes para reducir el gasto energético, eliminar el gasto mecánico y reducir la irritación de la piel causada por el desplazamiento de la ortesis.

7.9 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LAS ORTESIS

El mecanismo de acción de las ortesis de miembro inferior se basa en aspectos biomecánicos y neurofisiológicos, ambos perfectamente interrelacionados. En cuanto a los mecanismos neurofisiológicos, podríamos enumerar tres hipótesis que explicarían cómo las ortesis pueden mejorar el control de la postura y de la marcha:

- Por un lado, reducen los grados de libertad del movimiento del tobillo y simplifican la tarea del control postural
- Por otro lado, realinean la extremidad inferior, particularmente el complejo tobillo-pie. Esta alineación afecta directamente a la base de sustentación, a la

posición del centro de gravedad dentro de la misma, a la alineación de todas las articulaciones cercanas y a la longitud de los músculos de estas articulaciones. Todo ello influye ventajosamente en el control postural.

- Finalmente, proporcionan una alineación con postura adecuada del miembro inferior. Esto supone una retroalimentación sensorial correcta, que se suma a la que proporciona adicionalmente la propia ortesis. Todo esto facilita el control postural y el aprendizaje motor.

En cuanto a los principios biomecánicos en los que se basa la acción de las ortesis de miembro inferior Bowker los sistematizó en cuatro formas diferentes por las que cualquier ortesis puede modificar el sistema de momentos y fuerzas externas que actúa sobre una articulación:

- **RESTRINGIENDO LA ROTACIÓN**, a través de un sistema de fuerzas equilibradas en tres puntos. Según el diseño de la ortesis, este sistema puede controlar las fuerzas que actúan alrededor de la rodilla, bien sean las fuerzas medio-laterales, bien las ante posteriores, o las rotacionales.
- **REDUCIENDO LAS FUERZAS DE CIZALLADURA** o los movimientos de traslación intra articular producidos por estas fuerzas. Generalmente suele ocurrir cuando hay una laxitud ligamentosa anormal. Para controlar una laxitud de rodilla se utiliza una ortesis con marco rígido, íntimamente adaptado al miembro. Se necesita entonces una fijación de cuatro puntos para evitar el movimiento de traslación o cizalladura anterior.
- **REDUCIENDO LA CARGA AXIAL** provocada por el peso corporal, que se transmite a través de las estructuras óseas y de los cartílagos articulares. En estos casos se necesita usar cuencas proximales íntimamente adaptadas, que suspenden la extremidad proximalmente, anclándose en determinadas prominencias óseas proximales

CAPITULO VIII
Proceso de Elaboración de
Ortesis tipo KAFO

8.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ORTESIS TIPO KAFO

8.1 ELABORACIÓN DEL MOLDE NEGATIVO.

Para la fabricación del molde negativo se utiliza lo siguiente:

- Venda de yeso.
- Protector de polietileno de 5mm
- Recipiente con Agua.
- Media de nylon.
- Tabla de madera para compensación.

8.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS:

- Calibrador.
- Cuchilla.
- Tijera para cortar yeso.
- Cinta métrica plástica.
- Lápiz indeleble.

8.3 TOMA DE MEDIDAS.

Para la toma de medidas del usuario en la elaboración de un KAFO, se debe llevar un orden ascendente, esto con el fin de obtener una medición exacta y ordenada, también se debe hacer uso de una hoja de medidas.

8.3.1 MEDIDAS DE LONGITUD.

Para realizar la toma de medidas de longitud serán necesarios puntos de referencia

- Para las medidas medio laterales se toma como referencia las cabezas de los metatarsos (primera y quinta), maléolos, centro de la rodilla y extremo distal y proximal del muslo.
- Para las medidas antero posteriores se toma como referencia la rodilla (a la altura de la rótula) y el largo del pie.

8.3.2 MEDIDAS CIRCUNFERENCIALES

Se deben tomar medidas circunferenciales a nivel de la región más estrecha del tobillo, la región más ancha de la pantorrilla, la región distal del muslo y la región proximal del muslo.

8.3.3 ALTURAS

Se deben medir alturas desde el piso hasta el ápex del maléolo interno, desde el piso hasta la línea interarticular de la rodilla.

Aún cuando se conoce la discrepancia de los miembros inferiores a través de la medición, es necesario realizar pruebas con tablas de compensación las cuales se colocan (tantas como sea necesario) en el lado del acortamiento hasta conseguir la horizontalidad en la cadera.

Una vez hecha la nivelación, se tomará nota del espesor de las tablas, para tener un nuevo dato que nos proporciona más información para tomar en cuenta a la hora de la fabricación del aparato.

8.4 TOMA DE MEDIDA ENYESADA:

8.4.1 PRIMERA FASE

(Segmento de pierna y pie)

Una vez obtenidas todas las medidas del miembro afectado del usuario, se coloca al usuario en un asiento que permita mantener el segmento de pierna a noventa grados con el alza de compensación colocada en el área del talón.

Para realizar el vendaje, se prepara una media de nylon tubular y se marcan los puntos de referencia más importantes que deben quedar marcados en el molde negativo de yeso, los cuales son: cabezas de I y V de los metatarsianos, maléolos interno y externo, cabeza del peroné, rótula, el platillo tibial medial de la articulación de la rodilla y el trocánter mayor.

Se coloca al usuario en el área previamente preparada para realizar la toma del negativo, primero se coloca un protector de polietileno de 5mm para proteger la piel del usuario del filo de la cuchilla que posteriormente se utilizara para cortar el molde negativo

Se coloca el segmento de pierna a noventa grados y se procede a vendar la zona de la pierna aproximadamente hasta el peroné, se debe mantener la extremidad a noventa grados, y evitando cualquier deformidad del segmento de pierna (Se debe esperar que el yeso este en fraguado para comenzar a realizar la segunda fase).

8.4.2 SEGUNDA FASE

(Segmento de muslo)

Con ayuda de otra persona que mantiene el segmento del muslo en posición de flexión y abducción, se vendar la zona del muslo, después se debe tener cuidado de mantener la alineación del muslo con relación de la pierna y se mantiene la articulación de rodilla en una posición de extensión; al fraguar el yeso, se retira el molde.

8.5 RECORTE DEL MOLDE

Antes de cortar el yeso se marcaron líneas transversas en la región anterior del molde líneas que se utilizan como referencia de unión después de haberlo retirado del usuario y se recorta el molde en el área donde colocamos el polietileno que nos sirve de protección.

Después de haber cortado el yeso se retira el molde teniendo el cuidado de no lastimar al usuario y de no perder la forma del molde luego se une la región del corte de manera que las líneas hechas anteriormente coincidieran.

8.6 CONFORMACIÓN DEL MOLDE DE YESO POSITIVO

8.6.1 LLENADO DEL MOLDE NEGATIVO

Antes de llenar el negativo se debe verificar la alineación del mismo. Se prepara un tubo de metal de $\frac{1}{2}$ pulgada para la fijación del positivo de yeso.

Se introduce el tubo en el molde negativo y se sella la abertura con tiras de venda de yeso; Se vierte talco en el molde negativo con el objetivo de aislar y facilitar la separación del molde negativo y el positivo.

Se vierte la mezcla de yeso, al fraguar el mismo, se retira el molde negativo.

8.7 RECTIFICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO

Se compararan las medidas del molde con las de la hoja de medidas y se regulariza utilizando la escofina y realizando aumentos en las zonas necesarias, como lo son aumentos de yeso para alargar la zona de los dedos de pie 1 a 2cm, aumentos para proteger zonas sensibles como el caso de las prominencias óseas.

Posteriormente se lija toda la superficie del molde positivo hasta conseguir un acabado sin irregularidades.

8.8 ALINEADO DEL MOLDE POSITIVO

Con el molde de yeso positivo permaneciendo sostenido libremente sobre una caja de alineación, con el alza compensatoria bajo el talón, se debe controlar:

8.8.1 EN EL PLANO FRONTAL

La perpendicular deberá cortar el muslo en un punto que representa el 50% medial y el 50% lateral, por el centro de la rodilla y en el pie entre en primero y segundo dedo.

8.8.2 EN EL PLANO SAGITAL

La perpendicular pasa sobre el centro del trocánter mayor, en la articulación rodilla pasa 60% anterior y 40% posterior, y ligeramente anterior al maléolo externo.

El punto de compromiso para la ubicación del eje articular de la rodilla se estableció con una horizontal en el plano sagital 20 milímetros arriba de la línea interarticular, donde el punto de salida se ubica entre el 60% anterior y 40% posterior de la rodilla.

Tomando como referencia la marca realizada en la cara medial de la rodilla en el molde positivo se utilizó un gramil para transferir el punto de compromiso para la articulación mecánica en la cara medial, a la cara lateral de la rodilla en el molde positivo.

8.9 TERMOCONFORMADO

- Antes de termoconformar el aparato, se marcan con exactitud la colocación de los ejes articulares. Utilizando para esto unos clavos que sobresalen 5 mm, esto nos permite encontrar el punto de referencia de altura, una vez que se realice el termo conformado.

Se cubre el molde positivo con una media de nylon para aislar el polipropileno del yeso, se coloca talco encima de esta y se coloca cinta adhesiva al tubo de succión

y después se fija la media de nylon sobre la cinta adhesiva colocando más cinta sobre la media.

Se deben tomar tres medidas para cortar la cantidad precisa de polipropileno; circunferencia a nivel de la garganta del pie, circunferencia a nivel superior del muslo, y el largo desde la punta del pie hasta la zona donde finaliza el molde. A esta medida se le agregan por lo general 10 centímetros (con el fin de poder sujetar el plástico sobre el soporte de succión).

Se corta el polipropileno, se limpia la superficie de este y se eliminan los bordes y posteriormente se coloca en el horno precalentado a 180° C.

Cuando el polipropileno se encuentra en la etapa de transición vítrea, se retira del horno y se coloca sobre la parte posterior del molde. Luego se procede a manejar la parte proximal al tubo de succión y después el otro extremo (del pie y pantorrilla) luego en la zona delantera se presiona con una cinta el polipropileno contra el tubo de succión y se acciona la bomba de vacío; se deben retirar los excesos de material del molde ya plastificado con la ayuda de tijeras

Se retira la succión hasta que el termoplástico se enfríe.

8.10 AJUSTE Y ADAPTACIÓN DE LAS BARRAS METÁLICAS Y ADAPTACION DEL ALZA COMPENSATORIA:

Utilizando los puntos de referencia colocados anteriormente de la articulación mecánica se procede a doblar las barras utilizando la técnica aprendida, teniendo cuidado de mantener el paralelismo de las barras.

Después de ajustar las barras se realiza la delineación de los cortes del polipropileno que corresponden al diseño del aparato, luego se realizan perforaciones para fijar las barras con tornillos, se realizan los cortes y luego se

retiran ambos segmentos del positivo, se lijan y se pulen ligeramente los bordes, nuevamente se colocan las barras, y haciendo uso del calibrador y de la escuadra se controla el paralelismo de las mismas.

Para la elaboración del alza compensatoria se lija el polipropileno en la parte del talón, con la pistola de calor se calientan piezas de suela espuma y estas son colocadas en el área del talón; se colocan tantas como sea necesario para realizar la compensación, se adhieren una a una con goma de contacto y se les da forma con la ayuda de la fresadora.

8.11 PARALELISMO DE LAS BARRAS:

Se debe controlar que las barras articulares se encuentren horizontales y paralelas entre si con la ayuda del pie de rey, la escuadra y las grifas; con el objetivo de evitar desgastes articulares, proporcionar congruencia articular y en el usuario una disminución en el gasto energético.

8.12 RUEBA DEL APARATO:

Es necesario hacer una o varias pruebas durante la elaboración de un aparato ortopédico antes de darle el acabado final, porque en el momento de la prueba surgen cambios como corregir cortes, liberar presiones.

- Las consideraciones más importantes en el momento de la prueba son; la exactitud de los cortes, el largo del aparato, la verificación de puntos de presión, la congruencia entre la articulación mecánica y la articulación anatómica de la rodilla y la altura del aparato

8.13 ACABADO FINAL

Siendo necesarios ajustes en los cortes, se vuelven a suavizar los bordes de los segmentos de polipropileno, se pulen las barras y se unen con los segmentos de

polipropileno con tornillos de 1/8" y una vez realizado el montaje del aparato, se inicia la colocación de los remaches de cobre de 3/16" con arandelas. Se deben colocar uno a uno sin retirar los tornillos, a excepción del tornillo que se sustituía por el remache.

Después de remachar las barras se procede a colocar los cinchos y sus respectivos protectores.

8.14 ENTREGA DE LA ORTESIS

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

Se le deben dar al usuario las instrucciones de colocación de la ortesis, advertir los posibles efectos secundarios no deseados y la necesidad de comunicación a su medico o técnico y aconsejar la adaptación progresiva del uso de la ortesis.

Advertir que no debe acercarse la ortesis a una fuente de calor, por peligro de deformación de los componentes termoplásticos y por el riesgo de inflamabilidad.

Indicar la duración de la ortesis en condiciones normales y su periodo de garantía e incluir recomendaciones sobre el tipo de calzado que debe usarse con la ortesis.

Se debe explicar al usuario que debe asearla diariamente y no usar cremas, lociones ni polvos en las que entren en contacto con la ortesis ya que reblandecen la piel y pueden aparecer lesiones, recomendarle mantener secos los componentes metálicos de la ortesis y recomendar el uso de medias de algodón sin costura en la interfase para que cubra la zona de la pierna en contacto con la ortesis.

CAPITULO IX
COSTOS

9.0 COSTOS

9.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	UNIDAD DE MEDIDAD	VALOR POR UNIDAD EN DOLARES	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO EN DOLARES
Vendas de yeso de 4"	Unidad	2.06	4 unidades	8.24
Yeso calcinado	bolsa de 50 libras	6.00	25lb	3.00
Polipropileno de 5mm	lamina de 2x1 metros	42.43	¼ pliego	21.21
Suela esponja de 5mm	pliego	4.92	½ pliego	2.46
Barras articuladas	par	50.00	1 par	50.00
Velcro hembra de 1 ½"	yarda	0.60	2 yardas	1.20
Velcro macho de 1 ½ "	yarda	0.60	2 yardas	1.20
Webbing de 1 ½ "	yarda	0.60	2 ½ yardas	1.80
Cuero	pie ²	3.21	½ pie	1.60
Arandelas	unidad	0.05	12 unidades	0.60
Hebilla de 1 ½ "	unidades	0.15	12 unidades	1.80
Remaches de cobre de 4mm	unidad	0.08	12 unidades	0.96
Remaches rápidos	ciento	0.003	12 unidades	0.036

Total en dólares: \$102.96

9.2 COSTOS DE FABRICACIÓN

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR POR Unidad EN DOLARES	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO EN DOLARTES
Tubo Galvanizado de 6"	metro	1.67	1 metro	1.67
Lija 320	pliego	0.57	1 pliego	0.57
Lija 180	pliego	0.57	1 pliego	0.57
Tornillos de 1"x1/8"	unidad	0.04	24 unidades	0.96
Pegamento	botella	1.15	^{1/8} de botella	0.14
Baja lenguas	unidad	0.03	4 unidades	0.12
Vaselina	tarro	2.35	^{1/10} parte del tarro	0.23
Cinta adhesiva	rollo	2.50	½ rolo	1.25

Total en dólares: \$ 5.51

9.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

SALARIO DEL TÉCNICO.	\$450.00
HORAS HOMBRE EFECTIVAS	160 horas
COSTO POR HORA	\$2.85
HORAS EFECTIVAS FABRICACION ORTESIS	24 horas

9.4 COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA: $\$2.81 \times 24 = \67.44

COSTOS DE MATERIA PRIMA	\$102.96
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$5.51
COSTO DE MANO DE OBRA	\$67.44
TOTAL DE COSTO VARIABLE:	\$175.61

9.5 COSTOS INDIRECTOS:

100% de la mano de obra \$67.44

COSTO TOTAL VARIABLE	\$175.71
COSTOS INDIRECTOS	\$67.44

COSTO TOTAL DE ORTESIS \$ 243.05

GLOSARIO

Abducción: movimiento de una parte del cuerpo que se aleja de la línea media.

Aducción: movimiento de una parte del cuerpo que se acerca a su línea media.

Alineación estática: alineación inicial teórica de la construcción de una prótesis.

Alineación dinámica: modificaciones en la alineación estática, mientras se observan las desviaciones de la marcha en el conjunto prótesis usuario.

Amputación: extirpación quirúrgica de una parte del cuerpo.

Anterior: parte frontal de la estructura.

Antero posterior: parte anterior y posterior del cuerpo.

Arteriografía: registro gráfico del pulso arterial. Descripción de las arterias.

Arteriosclerosis: dureza y engrosamiento anormales de las paredes arteriales.

Atrofia: disminución del tamaño de la masa muscular como consecuencia de una enfermedad o por desuso.

Auscultación: modo de examen físico que consiste en escuchar los sonidos que se producen dentro del cuerpo, especialmente dentro del corazón, vasos y aparato respiratorio.

Biomecánica: ciencia de los fenómenos mecánicos de las estructuras biológicas.

Contractura: contracción involuntaria duradera o permanente de uno o mas grupos musculares que mantiene la parte respectiva en posición viciosa, difícil o imposible de corregir pasivamente.

Cuenca: componente proximal de la prótesis, que sirve para alojar en su interior el muñón del miembro amputado.

Debilidad: fatiga, cansancio, pérdida de la fuerza.

Deformidad: alteración persistente en la forma, en las posiciones.

Diagnóstico: cuadro encontrado en la enfermedad.

Distal: alejado del punto de origen, de forma absoluta o relativa.

Dolor fantasma: sensación dolorosa o desagradable de un miembro ausente.

Edema: inflamación por acumulación de líquido ceroso en los tejidos de una zona específica del cuerpo.

Estática: tratado de las fuerzas en reposo.

Equino: aplicado al pie deforme, adquirido congénito, que solamente se apoya en el suelo por su extremo anterior y se presenta todo el en extensión forzada.

Gangrena: muerte local, necrosis de una parte del cuerpo por causas físicas, químicas, circulatorias, nerviosas, tóxicas ó infecciosas.

Hematoma: Acumulación de sangre en un tejido por rotura de un vaso sanguíneo.

Hiperextensión: que se extiende más de lo normal.

Laceración: desgarro

Locomoción: facultad de los seres vivos a trasladarse de un lugar a otro.

Necrosis: degeneración de un tejido por muerte de sus células.

Neoplasias: Multiplicación o crecimiento anormal de células en un tejido del organismo (tumor así formado).

Neuroma: tumor que se forma en el tejido de los nervios.

Ortesis: mecanismos teórico prácticos para sustituir funciones que controlan la postura y locomoción humana.

Pie plano: disminución del arco longitudinal del pie.

Prótesis: construcciones que sirven para reemplazar la función y la imagen normal de un miembro amputado.

Rotación: vuelta alrededor de un eje.

BIBLIOGRAFIA.

SALTER, R.,

Trastornos y Lesiones del Sistema Músculo Esquelético, SALVAT,
Barcelona España 1992² (1 ejemplar)

VILLADOT, R.,

Ortesis y Prótesis del Aparato Locomotor, 2.2 Extremidad Inferior, MASSON
Barcelona España 1997³ (1 ejemplar)

COMIN, M,-PERRIS, J.,

Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica, IBV, España1999,
(1 ejemplar)

COMIN, M,-PERRIS, J.,

Guía de Uso y Prescripción de Aparatos Ortopédicos a la Medida, IBV,
España1999, (1 ejemplar)

GTZ Y UDB.,

Técnico en ortesis y Prótesis, Biomecánica, El Salvador, 1999 (1 ejemplar)

Dr. O. FERNÁNDEZ, Dr. A. GONZALEZ.,

Artículo de Cirugía Radical del Aparato Locomotor, Valencia, España 2004

CITIOS DE INTERNET VISITADOS:

www.ortoinfo.com

www.oandp.com

ANEXOS

