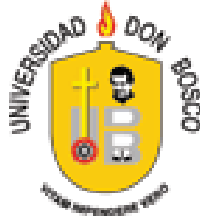


UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS



FABRICACION DE DISPOSITIVOS ORTESICOS Y PROTESICOS;  
ORTESIS TIPO KAFO, PROTESIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA  
TIPO PTB CON LINER Y PIN

**TRABAJO DE GRADUACION**  
FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
TECNICO EN ORTESIS Y PROTESIS

PRESENTADO POR:  
MARIO ENRIQUE MIRANDA CAMPOS

ASESOR  
CARLOS ATILIO CISNEROS SANCHEZ

OCTUBRE DEL 2007  
SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS  
DEPARTAMENTO DE ORTESIS Y PROTESIS.

ELABORACION DE DISPOSITIVOS ORTESICOS Y PROTESICOS; ORTESIS TIPO  
KAFO, PROTESIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA TIPO PTB CON LINER Y PIN.

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION.

---

Tec. Guadalupe Beatriz Avelar V.  
JURADO

---

Tec. Mónica Gisela Castaneda P.  
JURADO

---

Tec. Carlos Atilio Cisneros Sánchez.  
ASESOR

## INTRODUCCION

En el presente documento se describe la evaluación clínica de dos usuarios de ayudas ortopédicas, con la cual obtenemos el conocimiento y la valoración física y funcional de cada caso, para poder decidir el tipo y diseño del dispositivo ortopédico que necesita cada uno de los usuarios. De la misma manera, se describen las patologías que son objeto de estudio por cada usuario.

A partir del estudio de las patologías y de la evaluación clínica de los usuarios respectivamente, se desarrolla la fabricación de dos aparatos ortopédicos; los cuáles son una ortesis larga para miembro inferior tipo KAFO con barras laterales, y una prótesis transtibial endoesqueletica tipo PTB, con encaje de silicón y pin.

También se describe en forma breve, el proceso de fabricación y funcionamiento de dichas ayudas ortopédicas y la importancia que éstas tienen en la vida diaria de los usuarios.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Primordialmente agradezco a Dios por darme la oportunidad de mantenerme con bien y de llegar hasta donde estoy; posteriormente a mis padres y a mi familia que me han apoyado siempre, en las caídas y en los buenos momentos.

También doy gracias a todos mis amigos y compañeros, ya que han sido palanca en aquellos momentos en que uno dice ya no poder. Gracias a los maestros y a las personas que me han enseñado sus conocimientos, para poder desarrollarme en lo personal y en lo profesional.

Así también de una forma general, agradezco a todas las personas que hicieron posible que yo cumpliera con mi propósito de terminar mis metas académicas y a aquellas personas que me ofrecieron sus conocimientos y sabiduría para poder seguir luchando día a día.

# INDICE

|                      |         |
|----------------------|---------|
| Introducción.....    | I       |
| Agradecimientos..... | II      |
| Índice.....          | III-VII |

## CAPITULO I

### OBJETIVOS, ALCANCES Y LIMITACIONES

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1-Objetivos.....               | 1 |
| 1.1 Objetivo General.....      | 1 |
| 1.2 Objetivos Específicos..... | 1 |
| 1.3 Alcances.....              | 3 |
| 1.4 Limitaciones.....          | 3 |

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO.

### ORTESIS TIPO KAFO

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 2. Historia clínica.....       | 4 |
| 2.1 Examen funcional.....      | 7 |
| 2.2 Prescripción ortésica..... | 9 |

## CAPITULO III

### DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD

|  |    |
|--|----|
| 3. Descripción de la enfermedad.....                 | 10 |
| 3.1 Clasificación.....                               | 10 |
| 3.2 Fases de la enfermedad.....                      | 12 |
| 3.3 Etiología.....                                   | 14 |
| 3.4 Prevención.....                                  | 15 |
| 3.5 Características clínicas.....                    | 16 |
| 3.6 Medición directa y medición indirecta.....       | 17 |
| 3.7 Diagnóstico diferencial de la poliomielitis..... | 17 |
| 3.8 Tratamiento.....                                 | 18 |
| 3.9 Síndrome Post-Polio.....                         | 19 |

## CAPITULO IV

### ORTESIS

|   |    |
|---|----|
| 4. Definición.....                                  | 20 |
| 4.1 Objetivos de la fabricación de una ortesis..... | 20 |
| 4.2 Funciones y principios básicos.....             | 20 |
| 4.3 Ortesis de rodilla-tobillo-pie (KAFO).....      | 21 |
| 4.4 Descripción.....                                | 21 |
| 4.5 Los objetivos de un buen diseño.....            | 22 |

## CAPITULO V

### PROCESO DE FABRICACION DE ORTESIS TIPO KAFO

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Toma de medidas.....                           | 24 |
| 5.2 Proceso de fabricación del molde negativo..... | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 5.3 Modificación del molde positivo.....   | 27 |
| 5.4 Termoconformado.....                   | 28 |
| 5.5 Ajuste y adaptación de las barras..... | 29 |
| 5.6 Prueba del KAFO.....                   | 31 |
| 5.7 Acabado final del KAFO.....            | 33 |
| 5.8 Entrega del KAFO.....                  | 33 |

## CAPITULO VI

### COSTOS DE KAFO

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 6. Costos del KAFO.....          | 34 |
| 6.1 Costos de materia prima..... | 34 |
| 6.2 Costos de producción.....    | 35 |
| 6.3 Costos de mano de obra.....  | 37 |

## CAPITULO VII

### PROTESIS TIPO PTB, LINER CON PIN

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 7. Historia clínica.....      | 38 |
| 7.1 Examen funcional.....     | 40 |
| 7.2 Indicación protésica..... | 41 |

## CAPITULO VIII

### AMPUTACION

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 8. Definición de amputación.....    | 42 |
| 8.1 Amputaciones transtibiales..... | 43 |
| 8.2 Amputaciones traumáticas.....   | 44 |
| 8.3 Niveles de amputación.....      | 50 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 8.4 Objetivos del tratamiento..... | 50 |
|------------------------------------|----|

## CAPITULO IX

### Generalidades sobre las prótesis

|  |    |
|--|----|
| 9. Definición de prótesis.....   | 51 |
| 9.1 Biomecánica del alojamiento del muñón en prótesis transtibial..... | 51 |
| 9.2 Liners.....  | 53 |

## CAPITULO X

### PROTESIS TRANSTIBIALES

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 10. Prótesis transtibiales.....     | 54 |
| 10.1 Descripción.....               | 55 |
| 10.2 Condiciones fisiológicas.....  | 57 |
| 10.3 Condiciones biomecánicas.....  | 59 |
| 10.4 Condiciones mecánicas.....     | 59 |
| 10.5 Zonas de descarga.....         | 60 |
| 10.6 Zonas de carga.....            | 61 |
| 10.7 Alineación de la prótesis..... | 63 |

## CAPITULO XI

### PROCESO DE FABRICACION DE UNA PROTESIS TRANSTIBIAL CON SUSPENSION DE UN LINER CON PIN.

|  |    |
|--|----|
| 11. Materiales a utilizar para la toma de medidas..... | 65 |
| 11.1 Toma de medidas.....                              | 66 |
| 11.2 Fabricación del molde negativo.....               | 68 |
| 11.3 Fabricación del molde positivo.....               | 69 |



|   |    |
|---|----|
| 11.4 Termo conformado de la cuenca..... | 70 |
| 11.5 Alineación.....                    | 73 |
| 11.6 Entrega de la Prótesis.....        | 76 |

## CAPITULO XII

### COSTOS DE LA PROTESIS

|  |       |
|--|-------|
| 12. Análisis de costos de la prótesis..... | 77    |
| 12.1 Costos de materiales.....             | 77    |
| 12.2 Costos de fabricación.....            | 77    |
| 12.3 Costos de mano de obra.....           | 78    |
| 12.4 Costo total de producción.....        | 78    |
| Conclusiones.....                          | 79    |
| Glosario.....                              | 80-81 |
| Bibliografía.....                          | 82    |
| Anexos.....                                | 83-87 |

## **INTRODUCCION.**

En el presente documento se describen las evaluaciones físicas y funcionales, de dos usuarios con la cual se obtiene el conocimiento y percepción del tipo de dispositivo ortopédico que necesita cada uno de ellos. De la misma manera, se describen las patologías que son objeto de estudio.

A partir del estudio de las patologías y de la evaluación clínica de los usuarios, respectivamente, se desarrolla la fabricación de dos dispositivos ortopédicos; los cuáles son un aparato largo de miembro inferior tipo KAFO con barras laterales, y una prótesis transtibial endoesquelética tipo PTB con liner y pin.

También se presenta en forma breve, el proceso de fabricación y funcionamiento de dichos dispositivos ortopédicos y la importancia que estos tendrán en las actividades de la vida diaria de los usuarios.

## 1.0 OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo General.

Describir el proceso de evaluación clínica y fabricación de una órtesis tipo KAFO y una prótesis transtibial tipo PTB orientados a una discapacidad específica. Tomando en cuenta los parámetros de alineación de banco, estática, dinámica. Dando a conocer las características principales de las patologías involucradas.

### 1.2 Objetivos Específicos.

- Determinar mediante la historia clínica y el examen funcional, el tratamiento ortésico y protésico adecuado para los usuarios.
- Lograr que los usuarios se sientan satisfechos con el nuevo aparato ortopédico.
- Elaborar una guía de los procedimientos a seguir en la elaboración de una ortesis rodilla tobillo pie y una prótesis transtibial endoesqueletica tipo PTB con liner y pin.
- Que este trabajo sirva en un futuro como referencia bibliográfica para las nuevas generaciones.

### 1.3 ALCANCES

#### **ORTESIS.**

- Se logró darle mayor comodidad y reducirle peso en su miembro afectado.
- Se elaboró una ortesis de acuerdo a las necesidades y expectativas del usuario.
- Se logró darle una marcha funcional.

#### **PROTESIS.**

- Se le brindó mayor comodidad al usuario, al usar una cuenca suave de silicón.
- Se logró reducir la probabilidad de laceraciones y movimiento de pistonéo al muñón.

### 1.4 LIMITACIONES

- Dificultades en función de tiempo, ya que la usuaria de la ortesis tuvo problemas con el permiso en el trabajo, y se le imposibilitó llegar en la fecha estipulada para la prueba con el aparato.

## MARCO TEORICO

### 2.0 Historia Clínica.

#### Datos del paciente.

Nombre: Maria Eugenia Díaz Monge.

Genero: Femenino

Edad: 30 años.

Fecha de Nacimiento: 21 de febrero de 1977

Estado: Soltera.

Ocupación: Comerciante en pequeño.

Teléfono: 7900-0809

Dirección: Comunidad Finca Argentina, pasaje Cordón, casa # 1 San, Salvador.

#### **Diagnóstico.**

Monoplejía flácida del MII, como secuela de poliomielitis.

## **2.1 Presente enfermedad.**

La paciente refiere que a la edad de 5 meses se le diagnosticó poliomielitis, posteriormente recibió terapia en el Hospital Rosales y estuvo en rehabilitación por dos años en el Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI), en donde también se le fabricó su primera ortesis tipo KAFO. Desde la edad de 8 años ella ha utilizado este tipo de ortesis.

Hasta la fecha, ella presenta parálisis flácida en su miembro inferior izquierdo, imposibilitándole la deambulacion. Actualmente utiliza ortesis tipo KAFO metálico, sin apoyo isquiático, con barras laterales y articulaciones de rodillas bloqueadas por medio de candados (anillos de bloqueo), tobillo con articulación libre, con un alza de compensación de 2 cm. Con rodillera de cuero y correas para sujetar el miembro al aparato. Ha usado tres KAFOS hasta el momento. La paciente presenta debilidad en la rodilla, por lo cual se auxilia de la mano para que esta no colapse.

## **2.2 Antecedentes personales.**

Diagnóstico de poliomielitis a los 5 meses de edad. No ha presentado otras enfermedades infectocontagiosas. No intervenciones quirúrgicas. Presenta una escoliosis como efecto secundario del acortamiento en su miembro inferior izquierdo.

## **2.3 Antecedentes familiares.**

Dentro del ramo familiar se encuentra una prima de primera línea (cercana), con secuelas de poliomielitis.

#### **2.4 Antecedentes psicosociales.**

Se desenvuelve muy bien en sus quehaceres diarios, a pesar de su discapacidad.

#### **2.5 Antecedentes socio-económicos.**

Actualmente se desempeña como, Comerciante en pequeño (vendedora). Su hija y ella dependen de las ganancias que la venta le deja cada día.

#### **2.6 EXAMEN FISICO.**

- Se le hizo la prueba de bostezo para probar los ligamentos de la rodilla, y en el miembro izquierdo que es el afectado, presenta el ligamento interno atrofiado y esto conlleva a que la paciente presente un valgo de rodilla. También presenta una leve atrofia muscular en su miembro inferior izquierdo, y en el mismo, un acortamiento de 2cms.

### 2.6.1 EVALUACION DE ARCOS DE MOVIMIENTO.

| <b>CADERA<br/>IZQUIERDA</b> | <b>MOVIMIENTO</b> | <b>CADERA<br/>DERECHA</b> | <b>RANGO<br/>PROMEDIO</b> |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| completo                    | Flexión           | completo                  | 120°                      |
| completo                    | Extensión         | completo                  | 15°                       |
| completo                    | Abducción         | completo                  | 45°                       |
| completo                    | Aducción          | completo                  | 30°                       |

| <b>RODILLA<br/>IZQUIERDA</b> | <b>MOVIMIENTO</b> | <b>RODILLA<br/>DERECHA</b> | <b>RANGO<br/>PROMEDIO</b> |
|------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| completo                     | Flexión           | completo                   | 130°                      |
| completo                     | Extensión         | completo                   | 180°                      |

| <b>TOBILLO<br/>IZQUIERDO</b> | <b>MOVIMIENTO</b> | <b>TOBILLO<br/>DERECHO</b> | <b>RANGO<br/>PROMEDIO</b> |
|------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| completo                     | Flexión plantar   | completo                   | 40°                       |
| completo                     | Extensión dorsal  | completo                   | 20°                       |



## 2.6.2 EXAMEN MUSCULAR.

| <b>MOVIMIENTOS DE CADERA</b> | <b>CADERA DERECHA</b> | <b>CADERA IZQUIERDA</b> |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Flexión                      | 4                     | 0                       |
| Extensión                    | 4                     | 0                       |
| Abducción                    | 4                     | 0                       |
| Aducción                     | 4                     | 0                       |
| Rotación interna             | 4                     | 0                       |
| Rotación externa             | 4                     | 0                       |

| <b>MOVIMIENTOS DE RODILLA</b> | <b>RODILLA DERECHA</b> | <b>RODILLA IZQUIERDA</b> |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Flexión                       | 5                      | 0                        |
| Extensión                     | 4                      | 0                        |

| <b>MOVIMIENTOS TOBILLO</b> | <b>TOBILLO DERECHO</b> | <b>TOBILLO IZQUIERDO</b> |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Flexión plantar            | 5                      | 4                        |
| Extensión dorsal           | 4                      | 4                        |

## **2.7 Análisis de la marcha sin ortesis**

Sin la ortesis, la paciente tiene que ocupar su mano para asegurar la rodilla, Ya que por la parálisis del cuádriceps la rodilla colapsa.

### **2.7.1 Análisis de la marcha con la ortesis que utiliza actualmente**

El aparato es de gran ayuda, ya que la rodilla la mantiene a 180°. Esto con la ayuda del bloqueo por candados (anillos de bloqueo) y por la rodillera colocada.

## **2.8 PRESCRIPCION ORTESICA**

Se prescribe una ortesis de compensación y estabilización en polipropileno tipo KAFO. Con alza compensatoria de 2 cm. en la ortesis. Tobillo con articulaciones libres, tipo Oklahoma. Barras laterales con articulación de rodilla bloqueadas a 180°, por medio de anillos de bloqueo. Sujetadores de velcro a nivel del muslo y de la pierna. Esto le dará una marcha funcional.

La articulación bloqueada de rodilla le asegura la rodilla, permitiéndole caminar sin que ella ocupe su mano en el muslo para caminar. Con la ortesis se evitara que utilice calzado ortopédico con alza, ya que con la ortesis podrá usar zapatos normales. Las articulaciones libres de tobillo se colocarán para no limitarle los movimientos de flexión y extensión del tobillo, ya que los conserva muy bien. También porque ella camina por terrenos irregulares, y las articulaciones libres le ayudarán y le facilitarán su caminar en estos terrenos.

La ortesis será fabricada de polipropileno de 5mm de espesor, sin apoyo Isquiático, ya que no existe ninguna fractura, debilidad muscular de la cadera, pseudoartrosis, etc.

### 3.0 DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD.

La poliomielitis es una infección vírica que afecta a las células motoras (células del asta anterior) de la médula espinal y capaz de producir una parálisis permanente, así también es una enfermedad infecciosa vírica aguda de la infancia, la poliomielitis es mas común entre bebés y niños pequeños y ocurre en condiciones precarias de higiene.

Se dispersa de persona a persona vía ruta fecal oral, cuando el virus ya ha destruido las células motoras, causa debilidad muscular, parálisis aguda flácida y muy a menudo deformidad. El 90% de las afecciones son asintomáticas.

### 3.1 CLASIFICACION

La poliomielitis se puede clasificar en 3 clases, las cuales son:

- poliomielitis abortiva.
- Poliomielitis no paralítica
- Poliomielitis paralítica

#### 3.1.1 Poliomielitis abortiva.

Aparece en el 5% de las infecciones. Tiene un periodo febril inespecífico de 2 a 3 días de duración, y esta acompañada por:

- Fiebre
- Dolor de garganta
- Cefalea
- Dolores musculares
- Nauseas, vomito o ambos

- Falta de apetito
- Malestar general

### 3.1.2 **Poliomielitis no paralítica.**

Aparece en el 1% de los infectados. Los síntomas son iguales a los de la poliomielitis abortiva, pero el dolor de cabeza, la náusea y el vómito pueden ser peores. Tras la primera fase febril, la persona permanece sin fiebre de 4 a 55 días para luego presentar clínicamente fiebre y síndrome meníngeo típico. El paciente suele evolucionar a la curación en cuestión de días.

### 3.1.3 **Poliomielitis paralítica.**

Es la forma más grave y más frecuente. Suele aparecer antes de 5 días de la fase febril inicial. Los síntomas son los mismos que la poliomielitis abortiva y la no paralítica, pero con más intensidad. En esta tenemos:

- Debilidad generalizada en los músculos
- Estreñimiento severo
- Respiración debilitada
- Dificultad para tragar
- Parálisis de los músculos.

El periodo de incubación es normalmente 7 a 14 días para casos de parálisis, con un promedio de 4 a 35 días.

### 3.2 FASES DE LA POLIOMIELITIS PARALITICA.

- **Fase prodrómica.**

Esta dura 2 días, el paciente presenta síntomas sistémicos inespecíficos comunes a muchas infecciones víricas, dolores de cabeza y malestar general.

- **Periodo agudo.**

En la poliomielitis paralítica, el paciente presenta fiebre, rigidez en el cuello, cefalea, entre otros.

Esta fase dura aproximadamente 60 días cuando se desarrolla una parálisis flácida en aquellos músculos inervados por las células dañadas del asta anterior. El daño que causa la parálisis varía desde la debilidad de un solo músculo o grupos musculares.

También se da la parálisis bulbar, la cual afecta a los músculos de la respiración y se requiere respiración asistida. Esta se da por la parálisis completa de todos los músculos de las cuatro extremidades y el tronco, y esto afecta al tronco del encéfalo.

- **Periodo de recuperación o de convalecencia.**

Esta puede llevar hasta 2 años. Se produce una recuperación gradual de cualquier parálisis transitoria. La mayor parte de la recuperación se da durante los primeros 6 meses aproximadamente. Una tercera parte de los pacientes afectados consiguen una recuperación completa durante esta fase.

- **Por ultimo tenemos el periodo de parálisis residual.**

Persiste durante toda la vida. Una persona que tiene un cierto tipo de poliomiелitis será inmune para ese tipo de polio de por vida, pero puede todavía adquirir un tipo diferente de polio virus. El 50% de los pacientes con parálisis residual solo presenta una afección moderada, sin embargo el resto queda con una parálisis extensa.

Las deformidades paralíticas incluyen el desequilibrio muscular, la contractura muscular, atrofia muscular y durante la infancia, el retraso del crecimiento longitudinal de los huesos en las extremidades afectadas.

### 3.3 ETIOLOGIA.

La poliomiелitis es la enfermedad infecciosa causada por cualquiera de los tres serotipos de poliovirus, los cuales son:

- El Brunhilde (TIPO I)
- Lansing (TIPO II)
- León (TIPO III)

El hombre es el único reservorio conocido. El virus entra a través de la boca y la nariz, y se multiplica en la garganta y en el tracto intestinal donde es absorbido y se disemina a través de la sangre y el sistema linfático. Finalmente, el período de incubación dura de 4 a 35 días.

La eliminación del virus se hace a través de las heces, las secreciones faringeadas, la saliva y la sangre. También se conoce el síndrome de la post-poliomielitis, esta es una complicación en las personas que padecieron la enfermedad hace 10-40 años. Esta es una enfermedad neurológica, cuyas alteraciones principales son la debilidad muscular progresiva con pérdida de funciones, atrofia muscular, dolor en músculos y articulaciones, entre otros.

La poliomyelitis se puede contraer indirectamente por la exposición al alimento o al agua contaminada o directamente a través de contacto con la materia fecal de un individuo infectado. Una vez infectada una persona, puede convertirse en portador y continuar excretando el virus por sus heces durante muchas semanas. Los individuos infectados pueden transmitir el virus a otros aunque no tengan ningún síntoma.

En casos severos, los músculos de las piernas se afectan con la parálisis flácida aguda (AFP). En los casos más severos, se afectan el cerebro y el sistema respiratorio lo que puede conducir a la muerte.

### **3.4 Prevención.**

La vacuna previene de manera efectiva la poliomyelitis en la mayoría de las personas (la efectividad es superior al 90%). La mayoría de los niños/as recibe cuatro dosis de vacuna contra la polio según este programa:

- La primera dosis a los 2 meses.
- La segunda dosis cuando cumplen 4 meses.
- La tercera dosis, cuando tienen entre 6 meses y 18 meses.
- La última dosis cuando tienen entre 4 y 6 años de edad.

### 3.4.1 Existen dos tipos de vacunas:

- La vacuna contra la polio tipo Salk de virus inactivos (muertos) (VPI), la cual se administra en forma de inyección.
- La vacuna oral tipo Sabin contra la polio de virus vivos atenuados (VPO) la cual se administra en forma de un líquido que se traga. Este último es el desarrollo más eficaz. **(Véase Fig. 1 y 2 en Anexos)**

### 3.5 Características clínicas. (Signos y síntomas)

- Estas se pueden representar en tres fases, las cuales son:

| FASE                      | DEFINICION   |
|---------------------------|--|
| PREPARALITICO             | 1. Molestias en vías respiratorias y gastroenteríticas.<br>2. Fiebre<br>3. Temores o apatías<br>4. Cefalea y rigidez del cuello. |
| PARALISIS DE TIPO FLACIDO | En uno o más miembros u otros músculos.  |
| PERIODO FINAL             | Las lesiones se estabilizan, es fundamental en este periodo la rehabilitación.   |



## **Dismetría de las extremidades inferiores.**

Las diferencias de longitud de las extremidades inferiores dependen mayormente de alteraciones durante la etapa de crecimiento o como consecuencias de fracturas, a alteraciones dadas por poliomielitis, lesiones epifisarias o enfermedades de las epífisis. La disimetría ocasiona trastornos de la estática y de la marcha con sus correspondientes consecuencias.

Cuando se habla de las alteraciones de la estática se refiere a que la compensación de la estática alterada, se consigue inclinando la pelvis, adoptando una posición de pie equino y flexionando la rodilla. La inclinación de la pelvis comporta una posición escoliótica denominada (posición en poste contrario), con rotación de la columna vertebral lumbar.

El paciente siempre buscará compensar la discrepancia con un pie equino, con esto se alarga la extremidad más corta. Otro mecanismo de compensación es la flexión de cadera y rodilla, esto acorta la extremidad más larga. Como efecto del acortamiento del miembro, el paciente presenta una escoliosis.

- Para medir discrepancias en las extremidades inferiores existen dos métodos clínicos, los cuales son:

### **3.6 Medición directa y Medición indirecta.**

**Medición directa:** Se determina la distancia entre dos puntos del cuerpo. Por regla general, se mide la separación entre la espina iliaca antero-superior, al borde inferior del maléolo interno. También se puede utilizar como otro punto de referencia, el ombligo, y siempre midiendo hasta el maléolo interno.

**Medición indirecta:** En este método se utilizan tablas o bloques de diferentes espesores (0.5, 1, 2, 3, 4, 5 cm.), colocándolas bajo la extremidad inferior más corta hasta que compensa la diferencia, precisándose en la altura de ambas espinas iliacas antero-superiores, así como la horizontalidad de la pelvis. Aunque la posición inclinada de la pelvis no siempre esta causada por una diferencia de longitud en las extremidades inferiores. El rango de error que puede tenerse en la medición, por regla general es de 0,5 cm.

### 3.7 DIAGNOSTICO DIFERENCIAL DE LA POLIOMIELITIS.

Todo caso de parálisis debe considerarse en el diagnóstico diferencial de esta enfermedad. Un caso de poliomiелitis se define como parálisis fláccida aguda en un niño menor de 15 años de edad, incluyendo el síndrome Guillain-Barré, o cualquier enfermedad paralítica en una persona de cualquier edad cuando se sospecha poliomiелitis. Así también como la meningitis, gripe, entre otros.

Enfermedades semejantes a la poliomiелitis presentan gran cantidad de síntomas no específicos, acompañados o no por parálisis.

#### 3.7.1 Características diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial de poliomiелitis incluye el síndrome de Guillain-Barré y la mielitis transversa; etiologías menos comunes son neuritis traumática, encefalitis, meningitis, debido a agentes toxico-infecciosos que pueden causar espasmos, reflejos en los músculos y restringir la movilidad de las extremidades, con lo que se simula entonces una parálisis.

### 3.8 TRATAMIENTO

No existe tratamiento específico de la enfermedad.

En los períodos agudos y de convalecencia, el tratamiento consiste en un control de los síntomas (medicamentos que combaten los síntomas como fiebre, dolor, etc.)

En el período de las secuelas es en dónde la cirugía ortopédica puede suponer un mayor apoyo al tratamiento de esta enfermedad, pues en ese período, el común denominador es la presencia de deformidades físicas.

En estos casos es necesario una intervención quirúrgica, bien para alinear una extremidad con el fin de adaptarle una ortesis de soporte para poder caminar, para darle a la extremidad una mejor estética corporal, para hacerla un poco más funcional o para igualar la longitud de los miembros.

Estos tratamientos quirúrgicos pueden ir desde sencillas intervenciones hasta los más complejos procedimientos que posteriormente necesitan largos períodos de inmovilización y tratamiento de rehabilitación.

### 3.9 Síndrome Post-poliomielitis.

-El síndrome post poliomiéltico, es una condición que afecta aproximadamente al 50% de los pacientes que sobreviven o sobrevivieron y comienzan a presentar 2 o 4 décadas después de recuperarse un ataque inicial del virus de la poliomiéltis.

-Pero este síndrome no se considera como la reaparición de la poliomiéltis original.

Sus síntomas típicos incluyen fatiga, debilidad muscular progresiva con pérdida de función y dolor. Con mayor o menor frecuencia, aparecen otros síntomas y signos, como atrofia de las extremidades, de la musculatura de inervación bulbar y de los

músculos respiratorios; fatigabilidad muscular y disminución de la resistencia al esfuerzo; dolores articulares y musculares y debilidad del estado general. También puede aparecer dificultad para tragar, problemas respiratorios, alteraciones del habla y síntomas de tipo psicológico, como ansiedad, depresión, insomnio y alteraciones en la capacidad de concentración y en la memoria.

En función de la sintomatología y de su grado, el Síndrome post-polio, puede llegar a afectar la capacidad del paciente para realizar las actividades cotidianas y las relativas a su trabajo, provocando, incluso, la incapacidad laboral y haciendo necesaria la asistencia de terceras personas para el desarrollo normal de la vida diaria. Generalmente, no entraña riesgo para la vida, salvo en aquellos pacientes que lleguen a experimentar un deterioro agudo de la función respiratoria.

## **CAPITULO IV**

### **4. ORTESIS**

Las ortesis son dispositivos aplicados externamente al cuerpo para proveer las fuerzas requeridas en el tratamiento de deficiencias físicas; con el fin de sustituir, mantener, restaurar o mejorar las funciones dañadas del sistema neuro-músculo esquelético. La palabra órtesis se deriva del griego “ortho” que significa recto o enderezado.

#### **4.1 Objetivos de la fabricación de una ortesis.**

- Contacto estático-dinámico correcto entre los ejes anatómicos y mecánicos
- Ordenamiento horizontal de los ejes. (de rodilla y tobillo)
- Conformidad en forma y contorno de las estructuras ortésicas y anatómicas.

#### **4.2 FUNCIONES Y PRINCIPIOS BÁSICOS**

- Corrección del sistema músculo esquelético
- Mantener la posición del miembro
- Asistencia para la movilidad de una articulación
- Resistencia para la movilidad de una articulación
- Disminuir las cargas axiales (apoyo rotuliano, apoyo isquiático)
- Compensación
- Protección

### 4.3 ÓRTESIS DE RODILLA – TOBILLO – PIE (KAFO)

Son ortesis empleadas para alineación del miembro inferior, sobre todo para proporcionar estabilidad en la rodilla durante la bipedestación y en la marcha.

La finalidad es estabilizar la extremidad inferior en extensión durante la fase de apoyo del ciclo de la marcha; teniendo un buen control de la articulación de rodilla y tobillo. Este tipo de órtesis beneficia la bipedestación y la marcha. (Véase fig. 3 en anexos)

#### 4.4 DESCRIPCION

Las ortesis tipo KAFO, son ortesis de marcha de uso diurno. Los materiales con los que se realiza suelen ser metal, cuero, termoplástico (polipropileno) o resma acrílica, o la combinación de ellos. La elección del tipo de material depende de las características del usuario, teniendo en cuenta la solidez, el peso y la estética del aparato.

La articulación de la rodilla se mantiene bloqueada durante la marcha para evitar la flexión por parálisis del cuádriceps; al desbloquearse, que el usuario pueda flexionar la rodilla para poder sentarse. El bloqueo de la articulación de la rodilla será dado por los candados (anillos de bloqueo), que caerán cuando el paciente se ponga de pie. Para flexionar, el paciente subirá los candados para desbloquear la articulación de rodilla.

En la articulación del tobillo, la flexión dorsal debe ser de 15 grados, necesaria para la marcha aceptable. Generalmente la flexión plantar es nula, sin embargo cuando el paciente se ve obligado a caminar por terrenos desiguales, es interesante permitir una flexión plantar de 5 – 10 grados.

Llevará dos barras de aluminio, una medial y otra lateral. Las cuales irán moldeadas de acuerdo a la forma del aparato, cada una con su articulación y su anillo de bloqueo.

Los KAFOS constan de dos segmentos de polipropileno posteriores, uno superior a nivel del muslo y otro inferior a nivel de la pierna, abarcando el tobillo la cara plantar del pie hasta la cabeza de los metatarsianos. Los límites en los cortes pueden depender de la corrección que se quiera hacer, pero regularmente el los cortes son de la siguiente manera:

El corte del borde superior en su parte interna debe estar 2 cm. por debajo del periné, y la del lado externo estará 4 cm. por encima del trocánter mayor. Cuando es necesario un apoyo isquiático este borde se sitúa inmediatamente por debajo de la tuberosidad isquiática, con la forma adecuada para no presionar en la zona perineal.

#### **4.5 Los objetivos de un buen diseño.**

- Buena adaptación
- Contacto estático-dinámico correcto entre el zapato y el piso.
- Congruencia amplia entre los ejes anatómicos y mecánicos.

Este tipo de KAFO, como el anterior, sirve para contener la rodilla sin ninguna o poca actividad del cuádriceps y para controlar la posición del pie durante la marcha.

**(Véase fig. 4 y 5 en anexos)**

-

## CAPITULO V

### 5.0 PROCESO DE FABRICACIÓN DE ORTESIS TIPO KAFO

#### 5.1 TOMA DE MEDIDAS

Se tiene como referencia una hoja de medidas o una ficha técnica, donde se anotan los datos personales del usuario. Como en todas las ortesis que se construyen con una medida individual para cada persona, es muy importante la observación de las desviaciones y deficiencias del miembro para el que se aplicará el dispositivo. Por esto es necesario observar al usuario de pie, estático y mientras camina, si puede hacerlo, y también acostado sobre la camilla para examinar hasta qué punto es corregible la deformidad o la deficiencia que le afecta.

#### MARCAS PRINCIPALES

- Las cabezas de los metatarsos
- Maléolos
- Cabeza peroné
- Rodilla
- A-P y M-L de la rodilla

Se hacen líneas de referencias en las prominencias óseas para que se transmitan al molde positivo. La rótula, cabeza del peroné, trocánter mayor, maléolo interno y externo, cabezas metatarsianas.



Con la cinta métrica se toman las siguientes medidas.

- Circunferencia del tercio proximal del muslo
- Circunferencia del tercio distal del muslo
- Diámetro a nivel de la rodilla
  
- Circunferencia en la parte más gruesa de la pantorrilla
- Circunferencia en la parte más angosta de la pantorrilla
- Diámetro a nivel de los maléolos.

## **ALTURAS**

- Del piso al ápex del maléolo medial y externo
- Del piso a la línea interarticular de la rodilla
- Medidas de longitud del pie
- Del trocánter mayor al piso

## **5.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MOLDE NEGATIVO**

Este es un proceso en el cual se le pide la colaboración al usuario, para que el molde negativo quede bien, y se le anticipa de cómo será el vendaje. Este proceso se hace en dos fases, las cuales son:

- 1- Vendar primero de la pantorrilla hacia el pie.
- 2- Luego vendar de la pantorrilla hacia el muslo.

### 5.2.1 **FASE 1**

Se ubica a la usuaria en posición sentada, la rodilla a 90 grados de flexión y tobillo neutro con un alza de 2 cm. en el talón para compensar la discrepancia.

Se coloca una media de nylon en la pierna con el fin de aislar la piel de la venda de yeso, y realizar la marcación de las prominencias óseas, las mismas deben estar bien definidas, y se debe cuidar que no se mueva la media, se ubica el protector de polipropileno en la cara anterior del miembro el cual nos facilitará, al final, el corte del yeso, cuando este haya secado.

Finalmente se procede a vendar el segmento de pie tobillo y pantorrilla, el vendaje se realiza de proximal a distal, tratando de dejarlo uniforme, es decir que no queden partes más anchas, más delgadas o estrangulamientos.

### 5.2.2 **FASE 2**

Se coloca a la usuaria en bipedestación, sobre el alza, y se continua con el vendaje de distal a proximal, hasta llegar al trocánter mayor, ingle, ligeramente por encima del triángulo de escarpa por debajo de la espina íliaca antero superior y se libera el glúteo.

Luego se deja fraguar el yeso y se procede a realizar el corte para retirar el molde.

Se realiza previamente un chequeo en cuanto a la alineación del molde negativo. Si hay algo que no esta bien en la alineación, existe la posibilidad de repararlo en el negativo.

### 5.2.3 VACIADO DEL MOLDE NEGATIVO (FABRICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO)

- Se introduce en el molde el tubo galvanizado, con una pieza de hierro corrugado que forma un ángulo de 90 grados en la parte distal, posteriormente cerramos el molde negativo con una venda de yeso.
- Se llena de agua el molde para determinar la cantidad exacta que se necesitará para la preparación de la mezcla.
- En otro recipiente ya diluido el jabón en polvo, se vierte dentro del molde realizando movimientos que permitan empapar todas las paredes internas del molde, este procedimiento se repite una vez más.
- Se prepara la mezcla de yeso con el agua previamente calculada y se va añadiendo poco a poco el yeso calcinado, así mismo se va mezclando de tal manera que vaya teniendo una consistencia adecuada, luego será vertida dentro del molde negativo.
- Una vez vertida la mezcla dentro del molde negativo, debemos cuidar que el tubo galvanizado este derecho y en el centro, dejar reposar unos minutos hasta que la mezcla haya fraguado.
- En este paso se prepara una prensa de trabajo en donde se coloca el molde ya fraguado y se procede a corta y quitar las vendas de yeso.

### 5.2.4 VERIFICACIÓN DE MEDIDAS

Las medidas son verificadas sobre el molde positivo de acuerdo a la hoja técnica de las medidas del usuario.

### **5.3 MODIFICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO**

En este proceso, cada uno pone a flote sus conocimientos para la modificación del molde, respetando la anatomía del usuario y cumpliendo requisitos ortopédicos en la misma.

A continuación se detallan cada uno de los pasos realizados.

- En este momento se quita todas las irregularidades que presente el molde con el fin de dejar una superficie lisa con la ayuda de las escofinas y cedazos, se coloca también yeso en aquellas zonas donde se requiera y nuevamente se verifican las medidas.
- Se definen y se liberan bien las prominencias óseas como los maléolos, cabeza de peroné y cabezas metatarsianas.
- Luego de ello se realiza la caja posterior con venda de yeso, se marca la línea interarticular y se la prolonga hacia posterior, esta línea se desplaza 7 centímetros en dirección craneal y 7 centímetros en dirección caudal, dependiendo de la longitud de la extremidad de la usuaria.

#### **5.3.1 ALINEACIÓN DEL MOLDE POSITIVO**

Se procede a colocar el molde positivo en la caja de alineación de cuatro plomadas con la finalidad de verificar que las líneas de plomada coincidan con los puntos de referencia:

|                         | <b>VISTA FRONTAL</b>      | <b>VISTA POSTERIOR</b>        | <b>VISTA SAGITAL</b>                              |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|
| <b>MUSLO</b>            | 50% LATERAL<br>50% MEDIAL | 50% LATERAL<br>50% MEDIAL     | 50% ANTERIOR 50%<br>POSTERIOR                     |
| <b>RODILLA</b>          | CENTRO DE LA<br>ROTULA    | CENTRO DE LA<br>FOSA POPLITEA | 60% ANTERIOR 40%<br>POSTERIOR                     |
| <b>TOBILLO-<br/>PIE</b> | I-II DEDO DEL PIE         | CENTRO DEL<br>CALCANEEO       | LIGERAMENTE POR<br>DELANTE DEL<br>MALEOLO EXTERNO |

#### 5.4 TERMOCONFORMADO

- Se marca con clavos, la ubicación de la articulación mecánica de la rodilla. Esta se ubica 2 centímetros arriba de la articulación anatómica y en la vista sagital se divide 60% anterior y 40% posterior.
- Se colocan las articulaciones de tobillo, siempre buscando el eje mecánico. Estas, sostenidas con una pequeña capa de yeso a su alrededor. La articulación mecánica del tobillo se encuentra midiendo del ápex del maléolo interno al centro del tendón de Aquiles, y del ápex del maléolo externo al centro del tendón de Aquiles. Y estas dos medidas se suman y se dividen entre dos, y el resultado se corre para lateral y para medial, formando una horizontal. Luego se mide la altura de cada maléolo al piso y estas dos medidas se suman, luego se dividen, y este resultado se marca y se intercepta con la línea horizontal ya antes encontrada, y así encontramos la articulación mecánica.
- Previamente se verifica que la succión este trabajando correctamente, luego de ello se coloca el molde en la prensa para el termo conformado.

- Para cortar el polipropileno que se utilizará en el termoconformado se determina con las siguientes especificaciones, la medida circunferencial proximal más ancha (3 cm. de sobre medida), la garganta del tobillo, el largo de todo el miembro inferior.
- Previamente se calienta el horno a 180 grados centígrados.
- Se corta el polipropileno con caladora, lo limpiamos y lo introducimos al horno por un tiempo aproximado de 35 minutos o cuando el polipropileno ya este en su punto de transición vítrea.
- Transcurridos el punto de transición vítrea, se saca el polipropileno del horno y se coloca en el suelo, se levanta de los dos extremos, para luego colocarlo sobre el molde positivo, se cierra la costura en la cara anterior del molde, luego se acciona el sistema de vacío y se procede a cortar el sobrante del polipropileno.
- Se suspende el sistema de vacío cuando el polipropileno se haya enfriado.

## 5.5 AJUSTE Y ADAPTACIÓN DE LAS BARRAS

Se coloca el molde termoconformado antes cortar el polipropileno dentro de la caja de alineación con el fin de verificar la ubicación de la articulación mecánica de la rodilla.

Posteriormente, se coloca el molde en la prensa y se determina por donde va a pasar las barras medial y lateral.

Las barras se van doblando con el uso de las grifas, las mismas deben seguir la forma anatómica de la extremidad y deben ir lo más adheridas posible al polipropileno.

Conforme se van doblando las barras se determinará el largo requerido para posteriormente cortarles.

Una vez conformadas las barras de aluminio, se procede a abrir con una broca de 3,5 mm dos agujeros en cada barra, con el fin de establecer los puntos de fijación en las abrazaderas de polipropileno

#### **5.5.1 CORTE, PULIDO Y VERIFICACIÓN DEL PARALELISMO**

- El corte del polipropileno, se realiza de acuerdo al diseño que se ha establecido
- Luego de haber sido cortado y retirado el polipropileno del molde positivo, se pule con la ayuda de los conos de lija y piñas metálicas en la máquina fresadora.

#### **5.5.2 VERIFICACIÓN DEL PARALELISMO**

En este procedimiento se requiere un nivel o un pie de rey. La finalidad de esta fase es obtener una congruencia de los ejes articulares en los diferentes planos, ya que al no existir congruencia, la ortesis no tendrá un correcto funcionamiento.

Se coloca el pie de rey en una posición paralela al piso, ubicando la pared medial de cada uno de los brazos sobre la pared lateral de las cabezas articulares de las barras en los segmentos de muslo y pierna. Se debe observar que las cabezas

articulares estén a escuadra con respecto al calibrador o pie de rey y que los ejes sean horizontales y paralelos al piso.

### 5.5.3 MONTAJE DEL APARATO

- Se quita el polipropileno del positivo
- Se lijan y pulen los bordes del polipropileno
- Se perforan y colocan las barras
- Se controlan y alinean las barras
- Se separan las articulaciones de rodilla y se controla el paralelismo
- Se colocan las articulaciones de tobillo
- Acabado provisional del KAFO
- Se une las barras al polipropileno con tornillos de 1/8

### 5.5.4 ELABORACIÓN DEL ALZA

El alza se elabora con suela de hule espuma que se va conformando con calor de acuerdo a la forma del talón, la misma se va pegando pieza por pieza hasta conseguir la altura deseada, que fue de 2 cm. También se le va dando forma con la ayuda de los conos de lija en las fresadoras.

### 5.6 PRUEBA DE KAFO

- Consiste en realizar el alineamiento estático y el alineamiento dinámico.
- Verificar la altura. Esto se puede observar viendo que los agujeros sacros estén a un mismo nivel, en los hombros, en las crestas antero-superiores de la pelvis, etc.



- Verificar la altura de la articulación de rodilla y tobillo, los cortes y el diseño del aparato.

### 5.6.1 **ALINEACIÓN ESTÁTICA**

Esta alineación se debe realizar antes de la alineación dinámica. En ella se determinan aspectos como:

- Verificación de la altura.
- Correcta ubicación de la altura de la articulación mecánica de rodilla
- Presencia de Genu valgo.
- Presencia de Talo valgo.
- Contacto total de las abrazaderas.
- Puntos o zonas de presión.

### 5.6.2 **ALINEACIÓN DINÁMICA**

Esta prueba consiste en la deambulación de la usuaria con la ortesis, con el fin de determinar las desviaciones de la marcha que se puedan mejorar o corregir.

### 5.6.3 TALABARTERÍA

En esta etapa se confeccionan aquellos recursos que se utilizarán como medio de suspensión y apoyo dentro de los que podemos mencionar:

#### -Fajas de Sujeción

Esta faja se debe colocar a nivel proximal del muslo, la misma que deberá llevar un protector de material blando, esta faja se colocará en la ortesis por medio de remaches.

### 5.7 ACABADO FINAL DEL KAFO

En esta etapa, se debe hacer las correcciones necesarias encontradas en el alineamiento estático y prueba dinámica, para que la ortesis quede en óptimas condiciones para efectuar la entrega.

Las barras serán cromadas previamente al remachado, y los bordes de la ortesis deberán ser limados para que no queden con filos, los mismos que puedan lastimar la piel de la usuaria.

## 5.8 ENTREGA DEL KAFO

Previo a la entrega se debe informar a la usuaria acerca de los cuidados y mantenimiento que necesita la ortesis; igualmente el tiempo de su uso y su correcta colocación.

Para el cuidado de la ortesis se debe dar un mantenimiento diario usando paños húmedos con agua, y luego deberá ser secado.

Se recomienda a la usuaria planificar varias visitas con su ortesista, para un control y chequeo de la ortesis.

Se le recomienda a la usuaria tener mucho cuidado de no exponer la ortesis al fuego o a altas temperaturas, no debe sumergir la ortesis en agua ya que las articulaciones pueden oxidarse.

Cualquier inconveniente que se le presente con su ortesis, ya sea esto la falta de un remache, grietas en las barras, o la altura del alza vaya disminuyendo, recurra siempre al técnico y no a gente que no es especializada.

## CAPITULO VI

### 6. DETERMINACIÓN DE COSTOS PARA LA ORTESIS TIPO KAFO.

#### ANÁLISIS DE COSTOS DEL KAFO

##### 6.1 Descripción de los costos de la materia prima

| DESCRIPCIÓN DE MATERIA PRIMA     | UNIDAD DE MEDIDA   | VALOR UNITARIO EN DOLARES | CANTIDAD UTILIZADA | COSTO EN DOLARES |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Venda de yeso de 6"              | Unidad             | \$2.00                    | 5 unidades         | <b>\$10.00</b>   |
| yeso calcinado                   | Libra              | \$0.27                    | 50 lb.             | <b>\$13.25</b>   |
| Lamina de polipropileno de 5 mm. | Lamina de 2 m x 1m | \$35.00                   | 1 lámina           | <b>\$35.00</b>   |
| Barras de aluminio               | Par                | \$25.00                   | 1 par              | <b>\$25.00</b>   |
| Velcro adhesivo macho y hembra   | Yarda              | \$0.25                    | 2 yardas           | <b>\$0.50</b>    |
| Webbing 1" nylon                 | Yarda              | \$0.35                    | 2 yardas           | <b>\$0.70</b>    |
| Remache de cobre 4 mm            | Unidad             | \$0.15                    | 12 unidades        | <b>\$1.80</b>    |
| Remache rápido                   | Unidad             | \$0.02                    | 8 unidades         | <b>\$0.16</b>    |
| Hebilla mediana                  | Unidad             | \$0.05                    | 4 unidades         | <b>\$0.20</b>    |

|                       |         |         |              |                 |
|-----------------------|---------|---------|--------------|-----------------|
| Cuero natural         | pie     | \$ 1.60 | 1 pie        | <b>\$ 1.60</b>  |
| Badana de cerdo       | pie     | \$ 0.70 | 1 pie        | <b>\$ 0.70</b>  |
| Pasador metálico      | unidad  | \$ 0.15 | 4 unidades   | <b>\$ 0.60</b>  |
| Pegamento de contacto | botella | \$ 2.00 | ¼ de botella | <b>\$0.50</b>   |
| <b>Total=</b>         |         |         |              | <b>\$ 90.01</b> |

## 6.2 Descripción de los costos de producción

| DESCRIPCIÓN DE MATERIA PRIMA  | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR UNITARIO EN DOLARES | CANTIDAD UTILIZADA | COSTO EN DOLARES |
|-------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Tubo galvanizado de ½ pulgada | Metro            | \$10.00                   | 1 metro            | \$10.00          |
| Tornillos para prueba 1/8 x 1 | Unidad           | \$0.60                    | 10 unidades        | \$0.60           |
| Masking tape                  | Unidad           | \$2.50                    | 1 unidad           | \$2.50           |
| Cedazo metálico grueso        | Yarda            | \$0.50                    | 1 unidad           | \$0.50           |
| Cedazo metálico fino          | Yarda            | \$0.50                    | 1 unidad           | \$0.50           |
| Talco simple                  | Libra            | \$1.00                    | 2 unidades         | \$2.00           |
| Silicón                       | Botella          | \$6.50                    | 1 unidad           | \$6.50           |
| Pliego de lija No. 320        | Pliego           | \$2.75                    | 2 pliegos          | \$5.50           |
| Pliego de lija No. 100        | Pliego           | \$2.60                    | 1 unidad           | \$2.60           |
| Suela de hule                 | Yarda            | \$4.00                    | 1 yarda            | \$4.00           |
| vaselina                      | Botella          | \$1.00                    | 1 botella          | \$1.00           |
|                               |                  |                           | <b>TOTAL:</b>      | <b>\$35.7</b>    |

### 6.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

|  |           |
|--|-----------|
| Salario del Técnico:                               | \$ 550.00 |
| Horas hombre efectivo:                             | 160 horas |
| Costo por hora: \$ 3.50                            |           |
| Horas efectivas para la elaboración de la ortesis: | 30 horas  |
| Costo de mano de obra: \$ 3.50 x 30                | \$ 105.00 |

### COSTOS INDIRECTOS

117% del costo de mano de obra: \$ 21

### COSTO TOTAL

Costo Directo

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Materia Prima         | \$ 90.01 |
| Costo de Producción   | \$ 35.7  |
| Costo de Mano de Obra | \$ 105.0 |

Costo Indirecto = \$ 21.0

**COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN DEL KAFO \$ 251.71**

## 7. **Historia Clínica.**

Datos del paciente.

Nombre: Amilcar Fernando García Rodríguez.

Genero: Masculino

Edad: 41 años

Fecha de Nacimiento: 02/ 03/ 66

Estado Civil: Casado

Ocupación: Técnico en ortesis y prótesis.

Teléfono: 2258-3819

Dirección: Col, Santa Teresa. Pasaje 4-A # 26 San Martín. S.S.

### **Diagnóstico.**

Amputación transtibial MII, tercio medio.

### **Presente enfermedad.**

El usuario manifiesta que la amputación la sufrió por la explosión de una mina quita pie, mientras el andaba en combate, en el Cerro la Gloria departamento de Chalatenango. Esto ocurrió el 23 de abril de 1985.

Fue llevado de emergencia al Hospital Militar, donde se le atendió quirúrgicamente y fué hospitalizado por dos meses.

El paciente presenta una amputación transtibial de tercio medio en su miembro inferior izquierdo.

En el hospital recibió una prótesis postoperatoria dos semanas después de la amputación (pilón). Recibió 3 meses de rehabilitación, y al año obtuvo su primera prótesis.

Ha usado 4 prótesis endoesqueleticas, 2 han sido tipo KBM y 2 con suspensión de liner y pin. Actualmente usa una prótesis tipo KBM.

### **Antecedentes personales.**

En el 2006 fue intervenido quirúrgicamente por un trauma en la cabeza, esto sucedió por una caída desde el techo de su casa. Pasó mes y medio inconsciente.

### **Antecedentes familiares.**

Tiene una hermana que es diabética.



### **Antecedentes psicosociales.**

Se desarrolla bien en sus quehaceres diarios y en su vida laboral, sin ninguna dificultad.

### **Antecedentes socio-económicos.**

- Su familia depende de lo que el gana.
- El terreno donde se desplaza es un terreno regular.

### **7.1 Examen Físico**

- Presenta el muñón en muy buenas condiciones, se considera un muñón óptimo.
- Tiene buena coloración, y no presenta laceraciones ni úlceras.
- En el signo de tincl, el paciente reacciona a la palpación.
- La consistencia del muñón es flácida y la cicatriz es transversa.
- Tiene excelente fuerza muscular y todos los arcos de movimiento son completos.

## 7.2 INDICACIÓN PROTÉSICA.

- Prótesis endoesqueletica para amputación transtibial de miembro inferior izquierdo, de polipropileno
  - Cuenca tipo PTB
  - Liner de silicón con pin
  - Componentes modulares
  - Pie Sach
  - Espuma cosmética
- 
- Se fabricó este tipo de prótesis, para mejorar la comodidad del paciente y darle un mejor sistema de suspensión.
  - La cuenca es tipo PTB, ya que el paciente no tiene inestabilidad en la rodilla y las paredes pueden ir 2 centímetros arriba del nivel del tendón rotuliano. Además no necesita suspensión supracondílea, ya que la suspensión esta provista por el liner con pin. El liner y el pin evitan el pistonéo del muñón y también evita que exista algún tipo de úlcera.

## MARCO TEÓRICO.

### 8. **Amputación.**

- Es la separación de un segmento a través de un corte transversal en una extremidad, en donde queda un muñón residual. En el caso de enfermedad las amputaciones se efectúan como medida de salvamento. Las enfermedades que producen el mayor número de amputaciones son las enfermedades vasculares periféricas como mala circulación de la sangre; también el cáncer y la diabetes son de las más comunes.

- La amputación se utiliza como un método en el que se extrae una parte de una extremidad, la cual ya no puede ser salvada. En la mayoría de casos, las amputaciones se dan por traumas o accidentes, los cuales dejan un miembro imposible de salvar, y es ahí donde los médicos emplean las diferentes técnicas quirúrgicas, para poder salvar lo más que se pueda del miembro afectado.

Si un accidente o un trauma ocasiona una amputación completa (es decir la parte del cuerpo resulta totalmente cercenada), dicha parte algunas veces se puede reconectar, sobre todo cuando ambas partes de la extremidad han recibido los cuidados necesarios.

Por lo general, la pérdida de un miembro causa gran trauma psicológico a la persona; éste puede temer que la amputación disminuya la aceptación por parte de otras personas; la pérdida de una parte del cuerpo altera la imagen que el paciente tiene de su cuerpo y puede disminuir su autoestima.

El paciente se enfrentará a la posibilidad de pérdida de la locomoción; invalidez permanente; cambios en sus costumbres hogareñas y quizás pérdida del trabajo.

### **8.1 Amputaciones Transtibiales**

Siendo el nivel más frecuente en la extremidad inferior y estando comprendido entre la desarticulación de la rodilla y la desarticulación del tobillo tiene como límite la tuberosidad anterior de la tibia, distinguiéndose tres zonas de amputación con diferentes características.

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

## 8.2 AMPUTACIONES TRAUMÁTICAS.

Heridas.

Quemaduras.

Congelaciones.

Picaduras de Animales Venenosos.

Minas, conflictos bélicos.

### **Primeros auxilios en caso de amputaciones traumáticas:**

En la zona de amputación debe controlarse la hemorragia (torniquete, si procede).

La parte amputada:

- Se cubrirá con apósitos estériles.
- Se colocará dentro de una bolsa de plástico.
- Se colocará dentro de otra bolsa de plástico o recipiente con hielo en su interior.
- Trasladar junto al lesionado a un centro especializado para su reimplante.

- **Amputaciones traumáticas:** Son la pérdida de algún miembro, o parte de él, como consecuencia de un traumatismo. En estos casos suele actuar un acto reflejo de constricción de los vasos sanguíneos producido por la depresión, retrasando que la persona muera desangrada, aunque exista inevitablemente abundante pérdida de sangre. Aunque esto no siempre es así, ya que en ocasiones la persona muere.

### 8.2.1 Contusión.

Es la lesión producida por la fuerza vulnerante mecánica que se produce sin romper la piel y puede producir magulladuras o aplastamientos u ocultar otras graves lesiones internas.

### 8.2.2 Quemadura.

Es toda lesión producida por el calor en cualquiera de sus formas. Los factores que determinan la gravedad de una quemadura son:

- **Profundidad:** condiciona la cicatrización.
- **Extensión:** el peligro de muerte es directamente proporcional a la superficie quemada.
- **Localización:** cara, manos, orificios naturales, genitales, etc.
- **Edad:** niños y ancianos.
- **Riesgos de infección:** se produce siempre por la pérdida de la piel.

### 8.2.3 Causticación

Es la impregnación de la piel con sustancias corrosivas como ácidos, productos químicos, etc.

Su tratamiento es similar al de las quemaduras:

- Retirar la ropa impregnada.
- Arrastrar el corrosivo con agua abundante.
- Tratar después como el resto de las quemaduras: cubrir y trasladar.

#### 8.2.4 Congelación

La congelación no debe confundirse con el proceso inicial a ella: la hipotermia o disminución de la temperatura del cuerpo por exposición prolongada a la baja temperatura ambiente.

- Cuando una persona está helada por excesiva exposición al frío presenta los siguientes síntomas:
- Entumecimiento, tiritones (mecanismo de defensa para producir calor).
- Somnolencia; pérdida de visión.
- Tambaleo.
- Aturdimiento o semiinconsciencia.

Momentos antes de declararse la congelación, es posible que la piel de la víctima tenga el aspecto normal, pero a medida que la congelación progresa la piel se vuelve blanca o gris-amarillenta, hay entumecimiento, hormigueos, excesivo sueño. Es posible que haya dolor pero también puede ser que no. Pueden aparecer ampollas.

Las zonas más afectadas suelen ser las orejas, la nariz y los dedos, aunque puede haber una congelación generalizada.

### **8.2.5 Lesiones producidas por la electricidad**

La electricidad provoca quemaduras, pero también suele producir graves lesiones en el sistema nervioso, inhibiendo o "interfiriendo" el sistema nervioso vegetativo, provocando la parada respiratoria y la cardíaca, de persistir la corriente.

La humedad de suelos y paredes y nuestra propia resistencia interna determinan la intensidad que circulará por nuestro cuerpo

### **8.2.6 Lesiones por explosión**

Conceptos importantes.

- Las bombas y las explosiones pueden causar lesiones con patrones particulares que rara vez se ven fuera de una situación de combate.
- La mitad de las primeras víctimas buscan atención médica en el lapso de una hora.
- La mayoría de las lesiones consisten en múltiples heridas penetrantes y contusiones.
- Las explosiones en espacios confinados (edificios, vehículos, minas) y aquellas que causan derrumbes estructurales producen niveles más altos de mortalidad y morbilidad.



- Por lo general, las lesiones primarias que reportan los sobrevivientes tienen su origen en explosiones en espacios confinados.

**Lesiones primarias:** producidas por una fuerza de presurización excesiva (onda explosiva) que impacta la superficie del cuerpo (p. ej., ruptura de la membrana timpánica, lesiones pulmonares, ruptura de una víscera hueca)

**Lesiones secundarias:** producidas por proyectiles como fragmentos de bombas o escombros que salen disparados por el aire (p. ej., traumatismos penetrantes, contusiones)

**Lesiones terciarias:** producidas por el desplazamiento de la víctima a causa de la ráfaga de una explosión o un derrumbe estructural (p. ej., lesiones por aplastamiento, traumatismos penetrantes, contusiones, fracturas, amputaciones traumáticas)

**Lesiones cuaternarias:** otras lesiones producidas por la explosión (p. ej., quemaduras, asfixias y exposición a tóxicos)

- Las lesiones producidas obedecen a los siguientes mecanismos.
  - Del lugar donde se produce la explosión, de tal forma que en espacios abiertos tenemos una sola onda de hiperpresión; pero en zonas cerradas la onda choca contra las paredes y esta reflexión genera nuevas ondas con mayor grado de lesión.

- De la distancia que separa a la víctima del epicentro de la lesión.
  
- De la posición con respecto a la onda expansiva, perpendicular o en paralelo.
  
- De la potencia de la onda expansiva y la velocidad de propagación, que en el caso del "blast aéreo" es cercana a la velocidad del sonido.
  
- De las protecciones mecánicas en virtud de sus características y coeficiente de absorción.
  
- De la resistencia individual del individuo.

Toda respuesta a la amputación es altamente individual, pero, es afectada por factores como la edad, el estado emocional y nivel de desarrollo del paciente.

### **8.3 NIVELES DE AMPUTACIÓN.**

En una amputación, no hay ningún lugar definido en donde se debe de hacer. La condición en cada paciente es única, por lo tanto el equipo multidisciplinario toma la decisión según sea la circunstancia al momento de operar y determinará el mejor lugar sobre el miembro para poder amputar.

El criterio predominante para una amputación, es el de preservar la mayor longitud posible de la extremidad afectada y no preferir niveles tradicionales; en la medida que esto se logra se mantiene una mayor función de la extremidad, favoreciendo la probabilidad de una óptima adaptación a la prótesis y a la rehabilitación.

En cuanto a su causa:

- 85% son debidas a enfermedad vascular periférica con o sin Diabetes.
- 10-12% son de origen traumático.
- 3-5% son de otra índole.

### **8.4 LOS OBJETIVOS QUE SE PRETENDEN CON EL TRATAMIENTO**

- Reestablecer la imagen corporal del paciente.
- Obtener la bipedestación
- Reducir el gasto energético.
- Mejorar la comodidad del paciente, ya que con la prótesis anterior, el manifiesta dolor e incomodidad.

## **GENERALIDADES SOBRE LAS PRÓTESIS**

### **9. PRÓTESIS.**

Son extremidades (piernas, brazos, etc.) artificiales, que sustituyen total o parcialmente un segmento de un miembro amputado. Dispositivo que sustituye o compensa la pérdida de un miembro total o parcialmente, independientemente de la causa que haya sido la pérdida.

#### **9.1 BIOMECÁNICA DEL ALOJAMIENTO DEL MUÑÓN EN PRÓTESIS TRANSTIBIAL.**

- Alojar el volumen del muñón
  - Transmitir fuerzas
  - Transmitir movimiento
  - Adherirse totalmente al muñón.
- 
- Los objetivos terapéuticos de cualquier prótesis, tanto del miembro inferior como del miembro superior son:
    - Funcionales: desarrollar la función propiamente dicha, o función principal, (caminar, bipedestación).
    - Estéticos: restituir el aspecto corporal externo que se pierde con la amputación.
    - Psicológicos: lograr el máximo restablecimiento de la imagen corporal y La superación de los sentimientos de pérdida que toda amputación conlleva.

Los principios biomecánicos a través de los cuales se obtiene la función principal de apoyo es la transferencia de la carga desde las zonas del muñón que tolera la presión hasta el suelo, dado que en la mayoría de amputaciones el muñón no tolera la carga distalmente. Para este fin, la construcción de la cuenca emplea el principio del contacto total con el reparto selectivo de la carga, ya que busca evitar la excesiva concentración de cargas en zonas sensibles y concentrar el apoyo en zonas que toleran mejor la presión.

En cuanto al mecanismo de acción por el que se consigue la capacidad de anclaje/suspensión entre muñón y cuenca, los principios biomecánicos que intervienen pueden ser varios. Algunas veces se consigue mediante un sistema de suspensión/anclaje específico, basado en correas, cinchos etc. Otras veces mediante el correcto diseño de la cuenca, que busca una íntima adaptación y un contacto total con el muñón, lo cual facilita la adherencia entre ambos, así como cierto efecto de succión o vacío. También se diseña la cuenca para producir cierto efecto pinza, anclándose y apretándose en determinados puntos anatómicos del muñón.

## 9.2 LINERS



- Son cuencas suaves, en el cual el paciente siente mayor comodidad y se evita que el muñón sufra alguna laceración u otro daño. Con el liner hay buena adaptación entre el muñón y el liner y del muñón con la cuenca dura, dando así una buena suspensión, evitando usar anclaje supracondileo o suspensión por correas.
- Los liners de silicona están individualizados tanto para prótesis de miembro superior como también de miembro inferior. Existen diversos tipos de liner, como por ejemplo, liners de poliuretano o liners de silicona y de silicona-gel a medida presentan ciertas limitaciones. Facilitan un contacto óptimo entre la piel y el liner, incluso en muñones con contornos muy determinados y complicados.
- Amortiguadora de impactos entre el muñón y la cuenca, además, proporcionando mayor confort y protección al muñón por medio de la reducción de fuerzas de fricción y cizalladura, actuando como una capa acolchonada.

## 10. PRÓTESIS TRANSTIBIALES

La prótesis transtibial es el dispositivo externo usado para reemplazar el segmento del miembro inferior ausente o deficiente a nivel transtibial.

- Las principales funciones que debe cumplir una prótesis para amputación transtibial son:
  - Capacidad de apoyo estático en bipedestación, es decir, capacidad para transmitir desde el muñón hasta el suelo las fuerzas estáticas generadas por el peso corporal y permitir así el equilibrio del mismo.
  - Capacidad de apoyo dinámico durante la marcha o cualquier otro tipo de actividad de la vida diaria. La prótesis debe ser capaz de soportar las cargas dinámicas del peso corporal y de la inercia, durante la fase de apoyo y oscilación de la marcha.
  - Capacidad de amortiguación de estas fuerzas, generadas durante la marcha y otras actividades de la vida diaria.
  - Capacidad de acoplamiento-suspensión entre muñón-cuenca, para evitar la pseudoartrosis o pistoneo que se puede producir durante la marcha, así como permitir mejorar la propiocepción.

Movimiento, control e interacción entre el usuario y la prótesis, de forma que:

- Permita la acción de la musculatura del muñón para asegurar la estabilidad de la rodilla durante la fase de apoyo, controlar y mover la prótesis durante la fase de oscilación.

- Permitir cierta propiocepción y retroalimentación sensitiva, mejorando así la percepción del mundo exterior, del tipo de terreno, la posición espacial del miembro, etc.

## 10.1 DESCRIPCIÓN

Las prótesis para amputación transtibial están formadas por los siguientes elementos:

**Cuenca:** Es el componente proximal de la prótesis más cercano y en íntimo contacto con el usuario. Sirve para alojar interiormente al muñón. Su elaboración será personalizada, pero realizando las modificaciones necesarias para desempeñar las funciones de apoyo, amortiguación, acoplamiento, control e interacción entre usuario y la prótesis. En el interior de la cuenca existe otro material blando con la misma forma y límites, actuando como interfase.

- Existen diferentes tipos de cuenca:
  - PTB, (Patellar tendon bearing)
  - PTS, (Prótesis tendón Supracondílea)
  - KBM, (kondylen Bettung Munster)
  - PTK, (Prótesis tendón Kegel)

### PROTESIS PTB

Su criterio esencial es la carga del tendón patelar. Para evitar deslizamientos en la fase de balanceo, la cuenca es fijada con una banda delgada en forma de ocho o circular, arriba de los cóndilos femorales.



## **PROTESIS KBM**

Envuelve medial y lateralmente los cóndilos del fémur, fijando con ello la prótesis al muñón y liberando la rótula.

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 “agarre supracondilar”.

## **PROTESIS PTS**

Similar que la KBM, la cuenca envuelve los cóndilos. La diferencia está en el involucramiento completo de la rótula para la sujeción de la prótesis.

El diseño se aplica más que todo para muñones muy cortos.

## **PRÓTESIS PTK**

Con este diseño siguen los esquemas de modificación de la PTB, por otro lado, abarca los cóndilos del fémur. Además su corte frontal proximal apoya el tendón del cuadriceps.

En este diseño la cuenca es de paredes suaves encierra completamente la rótula, la cuenca rígida ha sido recortada en la zona de la rótula.

**Segmento intermedio:** tubo, adaptadores y funda estética en el caso de las prótesis endoesqueléticas.

**Segmento distal:** Pie protésico.

**Condiciones a las que esta sujeta una prótesis.**

La prótesis esta sujeta a diferentes factores o condiciones las cuales influyen en la prescripción de esta.

- Condiciones fisiológicas
- Condiciones biomecánicas
- Condiciones mecánicas

## 10.2 **CONDICIONES FISIOLÓGICAS**

Describen tanto la situación general del usuario como los datos específicos patofisiológicos del muñón.

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

- Edad
- Sexo
- Complicaciones anexas de los órganos internos (corazón, circulación, sistema digestivo)

- Complicaciones anexas del aparato locomotor (enfermedad de los músculos, de los huesos, de las articulaciones)
- Condiciones psíquicas en general

Entre las condiciones fisiopatológicas están las siguientes:

- Grado y 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

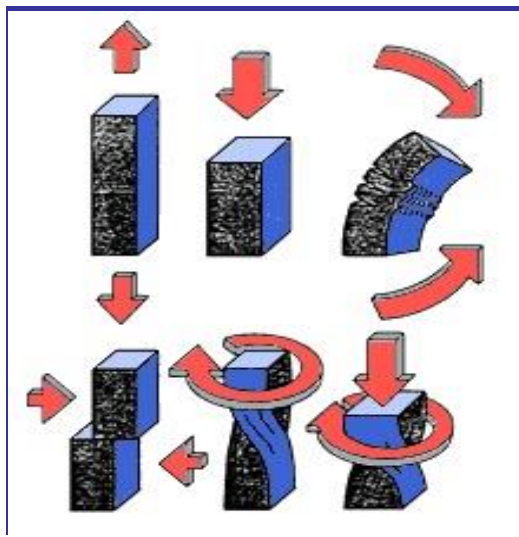
### 10.3 **CONDICIONES BIOMECÁNICAS**

Las condiciones biomecánicas se producen por los efectos que influyen mutuamente entre la biología-fisiología del usuario 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). Las condiciones biomecánicas influyen además sobre la cinética del usuario (sobre el movimiento en la marcha).

Entre estas condiciones están:

- Condiciones fisiológicas
- Requerimientos esperados de la prótesis
- Selección de los componentes
- Descripción del diseño de la cuenca
- Descripción de condiciones especiales necesarias
- Análisis de la locomoción
- Resultados a largo plazo

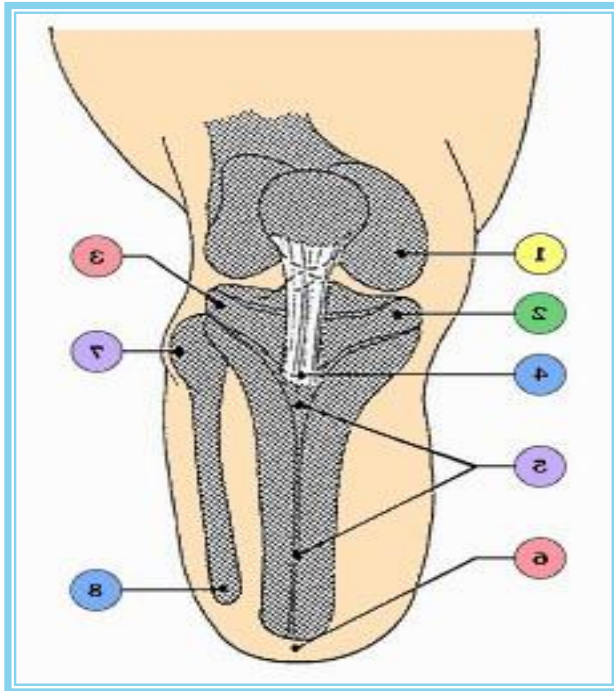
### 10.4 **CONDICIONES MECÁNICAS**



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

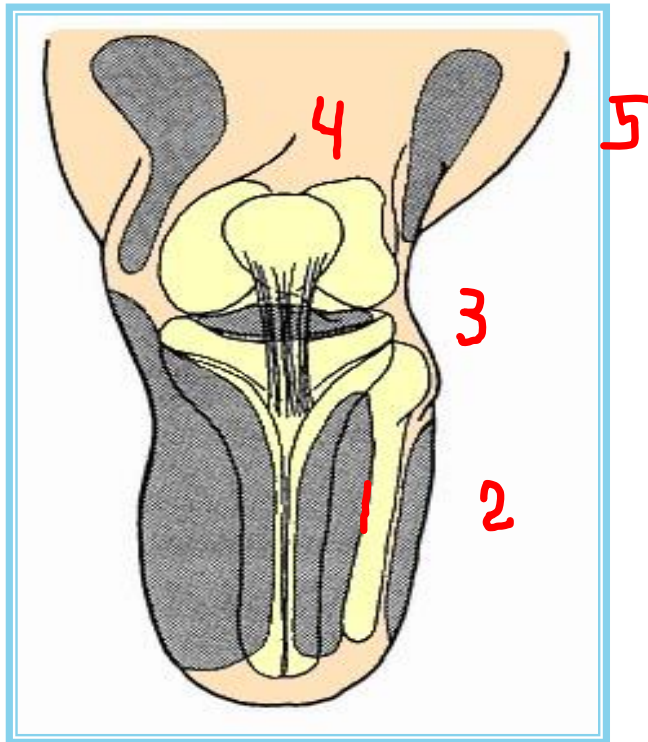
- Fuerza de tensión
- Fuerza de presión
- Momentos de flexión
- Momentos de cizallamiento
- Momentos de rotación
- Momento de torsión

#### 10.5 **ZONAS DE DESCARGA**



1. Cóndilo medial del fémur
2. Tuberosidad medial de la tibia
3. Tuberosidad lateral de la tibia
- 4, Tuberosidad anterior de la tibia
- 5 Borde anterior de la tibia (cresta tibial)
6. Extremo distal de la tibia
7. La cabeza del peroné
8. Extremo distal del peroné

## 10.6 ZONAS DE CARGA



1. La superficie medial completa de la tibia hasta la parte inferior de la tibia cerca del extremo óseo del muñón.

2. Toda la superficie ínter ósea entre la tibia y el peroné, además abajo de la cabeza del peroné hasta 2 cm. arriba del final del muñón.

3. El tendón rotuliano soporta presión pero no sus inserciones.

4. La superficie medial del cóndilo femoral está en condiciones de soportar presiones laterales. Su tarea no es de soportar carga sino de evitar un movimiento lateral de la articulación anatómica (aducción - abducción). Sus partes proximales sirven de anclaje de la cuenca.

5. La superficie lateral supracondilea sirve de contra-apoyo a la superficie medial.

- La forma triangular de la cuenca de la prótesis evita la rotación.
- La marcha del usuario se verá influenciada por la comodidad de la cuenca.
- Una cuenca que está correctamente alineada estáticamente, relación entre la cuenca y respecto a los componentes de la prótesis (pierna y pie) no provoca ningún:
  - Momento de volteo (imbalance)
  - Momento de flexión
  - Momento rotación
  - Momento de torsión

## 10.7 ALINEACIÓN DE LA CUENCA

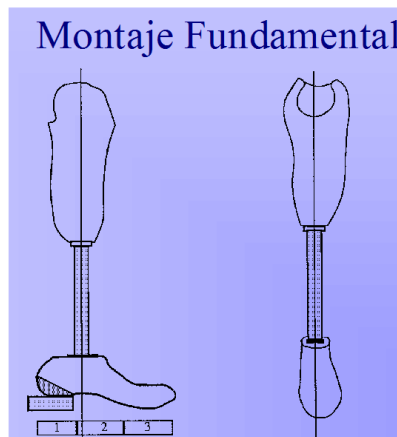
- Si el muñón no presenta contractura, la construcción básica de la cuenca se hará en una posición de flexión de aproximadamente 5 grados.

- El ángulo de flexión que se da a la cuenca depende del ángulo de la contractura del muñón.



- La flexión desvía las zonas de presiones anteriores perpendiculares hacia una línea inclinada que evita presiones dístales sobre el muñón.
- Una articulación de rodilla intacta no permite aducción o abducción de la tibia sobre el fémur. Una cuenca de prótesis transtibial no puede ser construida, ni aducida ni abducida, sino solamente como lo indique la anatomía del muñón!
- Muñones cortos, se encuentran en aparente abducción respecto a la línea media.

## 10.7 ALINEACIÓN DE LA PRÓTESIS



- La plomada anterior divide la cuenca en 50% lateral y 50% medial a nivel del tendón rotuliano.

- En el pie, la plomada pasa entre el primer y segundo dedo del pie protésico.
- En la vista posterior la plomada divide la región poplítea de la prótesis simétricamente en una mitad medial y otra lateral.
- En su construcción fundamental, la plomada posterior se proyecta a través del centro del talón.
- En la vista sagital, la plomada divide la cuenca de la prótesis 50% anterior y 50% posterior, a la altura del tendón rotuliano.
- En el pie la plomada corta el pie 1 cm. Por delante del tercio posterior.

## **PROCESO DE FABRICACION DE UNA PROTESIS TRANSTIBIAL CON SUSPENSION DE UN LINER CON PIN.**

**(Véase Fig. 7 en anexos)**

### **11 MATERIALES A UTILIZAR DURANTE LA TOMA DE MEDIDAS**

- Hoja de evaluación
- Dos vendas de yeso de 6"
- Calibrador de exteriores
- Cinta métrica flexible
- Vaselina
- Lápiz indeleble
- Plástico adhesivo transparente
- Media nylon

#### **11.0.1 DETALLE DE PASOS A SEGUIR**

- Toma de medidas
- Fabricación molde negativo

- Fabricación molde positivo
- Alineación estática
- Alineación dinámica
- Acabados y terminados
- Entrega

### 11.1 TOMA DE MEDIDAS

Se indica al usuario que se sienta en un canapé, con la rodilla de la pierna amputada saliendo 10 cm. del borde, se coloca el alpha liner, se procede a envolver con plástico el liner, luego se coloca una media nylon para evitar contacto del liner con la venda de yeso.

Es necesario énfasis en la prominencia ósea, y en la definición del tendón patelar. Se marca con tinta indeleble todas las prominencias óseas y otras áreas sensitivas, el técnico deberá haber hecho una evaluación que le permita identificar estas áreas en el muñón y anotar en la hoja de evaluación antes de tomar el yeso.

Una vez el usuario este preparado se procede a tomar las siguientes medidas.

- **Medida Antero-posterior.**

Con la ayuda del calibrador de exteriores medir el diámetro del muñón desde tendón rotuliano y el espacio poplíteo; anotar esta medida en la hoja información protésica.

- **Medida Medio Lateral**

Con el usuario aún sentado y su rodilla ligeramente flexionada colocar las puntas del calibrador en la parte más ancha de los cóndilos femorales aproximadamente 3 centímetros sobre la línea interarticular.

- **Medida de Longitud.**

El largo del muñón, será usado para asegurar el contacto de los tejidos dístales. Con el usuario aún sentado usar la cinta métrica flexible colocada a lo largo del eje de la cresta tibial sobre el liner, desde el centro del tendón rotuliano hasta el borde distal del muñón, hacer un contacto suave con el liner.

- **Medidas Circunferenciales.**

Se toman medidas circunferenciales a lo largo del muñón con el liner, con el propósito de controlar la correcta adaptación volumétrica que será usada para una mayor estabilidad y evitar el pistoneo, partiendo desde el platillo tibial medial cada 3 centímetros en dirección distal. (el número de medidas dependerá del largo del muñón).

## **MEDIDAS DE LA PIERNA CONTRALATERAL**

Deberán ser registradas para usarlas como guía en la conformación de la prótesis, todas las medidas de esta pierna deberán ser tomadas sin zapato y con el pie en contacto con el piso, este procedimiento le permite al técnico poder determinar visualmente el estado en que se encuentra, en caso de anomalías que pudieran surgir en la prueba dinámica.

- Altura de la línea interarticular al piso, colocando una mano arriba de la rodilla y con la otra mano en la superficie medial del pie, luego girarlo exteriormente mientras se sujeta el fémur, en ese lugar podrá verse que se separa la articulación tibio femoral, marcar este punto con lápiz indeleble y medir la distancia entre este espacio y el piso. Luego registrarla en la hoja de información protésica.
- Localizar la parte más gruesa de la pantorrilla, marcarla con tinta indeleble y se mide con una cinta métrica la circunferencia en ese punto
- Localizar la parte mas angosta del tobillo, marcarla y medir con la cinta métrica la circunferencia en ese punto y registrarla en la hoja de información protésica
- Registrar la medida del zapato y la altura del tacón del mismo para seleccionar el pie protésico apropiado

## 11.2 **FABRICACIÓN DEL MOLDE NEGATIVO**

A pesar de haber muchas técnicas que puede ser usadas para sacar una impresión del muñón, el uso del vendaje de yeso es el sistema más adecuado, ya que permite un molde exacto, así como, un control perfecto de la forma, siendo ambas necesarias para lograr una buena adaptación a la prótesis. En este caso la toma de medidas se realizo en una sola fase

### **TOMA DEL MOLDE NEGATIVO**

En este caso, como la prótesis lleva un liner con pin, la toma del negativo se hace con el liner puesto en el muñón.

Lo primero que se hace es colocarle el liner de silicón al paciente, luego se le indica en lo que a consistir el vendaje con la venda enyesada. Luego se envuelve con plástico adhesivo transparente para aislar el liner del yeso, y que liner no se manche o se dañe. También se aísla el pin colocándole cinta adhesiva. Esto para que no se pegue el pin con el yeso y para que no cueste sacarlo.

Con la ayuda de la venda de yeso de 6" se inicia el vendaje de proximal a distal, comenzando por arriba del cóndilo interno del fémur y se va descendiendo hasta envolver la totalidad del muñón. Cuando se termina este proceso se masajea la venda de yeso para obtener una mejor definición del molde y también para dar la forma triangular.

Usar los dedos pulgares a cada extremo del tendón rotuliano en la zona. Esto para ya tener definido la zona del tendón rotuliano. Finalmente, antes que el yeso fragüe, envolvemos todo el muñón con plástico para evitar burbujas y obtener un mejor terminado de la toma de yeso.

Retirar el yeso cuando se ha endurecido colocando los pulgares sobre las impresiones hechas en el molde.

### 11.3 **FABRICACIÓN MOLDE POSITIVO**

Se vació con yeso calcinado el molde negativo. Cuando el yeso empieza a endurecer se introdujo un tubo galvanizado de ½ pulgada, después de que el yeso fraguó, se retiró la envoltura del molde negativo.

Al tener el molde positivo se realizan todos los ajustes de acuerdo a la información registrada en la hoja de medidas, el objeto de esta modificación es el de incrementar la presión de contacto entre las fuerzas del muñón y la cuenca (como se indica en el análisis biomecánico).

## **MODIFICACIÓN DEL MOLDE POSITIVO**

Cuando ya se tenía el molde positivo, se volvió a tomar medidas con la cinta métrica flexible, y a esta medida le restamos un 4% según lo indicado por el fabricante del liner.

Hay varias técnicas para reducir el 4%, una de estas técnicas es la de rayar el molde con un lápiz indeleble alrededor de todo el molde. Y cada vez que quitamos todas las líneas marcadas con la escofina, revisamos si hemos llegado al 4% que queremos reducir. Otra técnica es la de rayar con una cuchilla todo el molde. La cuchilla se cubre con cinta adhesiva dejando libre 2 milímetros. Esta la pasamos por todo el molde, y cuando hemos quitado todas las rayas, volvemos a verificar si hemos reducido el 4% deseado.

Con la lima redonda para yeso se profundiza en el área del tendón rotuliano, de forma recta y no más profunda que las marcas dejadas por los dedos. Ya habiendo definido todo el molde y habiéndolo pulido, se procede a colocarle en la zona distal la pieza con que va ir sujeto el sistema modular, alineando en ese mismo proceso el molde positivo.

### **11.4 TERMOCONFORMADO DE CUENCA DE PRUEBA**



- Se coloca el molde positivo en la prensa conectada al sistema de vacío.
- Se aísla con una media nylon y talco.
- Se corta una pieza de polipropileno, de acuerdo a la medida del largo del muñón y la medida de la zona proximal de la articulación de la rodilla y medida distal del muñón, dejando 3 cm. de sobre medida para realizar un correcto manejo del polipropileno al momento de su colocación y adhesión. Acá ya debe estar colocada al molde la pieza que adaptara el look.
- Se introduce la lámina al horno precalentado a 150 grados centígrados. Tan pronto la lámina alcance la temperatura de termoconformado, se retira y se coloca sobre el molde positivo, se unen los bordes en la cara posterior del molde, se acciona el aparato de succión y se cortan los sobrantes de polipropileno.
- Una vez haya enfriado el polipropileno, se proceda a cortar, pulir los bordes de la cuenca.

## **VALORACIÓN DE LA CUENCA DE PRUEBA**

Con el usuario en posición de sentado, se le coloca el alpha liner en el muñón y sobre este una media de nylon para protección del mismo, luego se coloca la cuenca de polipropileno.

El técnico aprovechará la ocasión para valorar si hay contacto total entre la cuenca y el muñón. Si existen zonas que no están en contacto o si por el contrario hay áreas o puntos de excesiva presión.

El objetivo de realizar esta prueba es que el técnico protesista tome nota de aquellas modificaciones que se deba realizar para tener un adecuado ajuste de la cuenca.

**Estos son unos puntos a tomar en cuenta durante la prueba de la cuenca.**

- Si cuando el paciente se sienta o flexiona su pierna los tendones están liberados.
- Cuenca muy ajustada o muy larga
- Esto sucede cuando el miembro no hace contacto con el extremo distal de la cuenca.
- Cuenca muy floja
- Cuando el amputado fácilmente toca el fondo de la cuenca incluso utilizando una media sobre el liner.

La cuenca es correcta si:

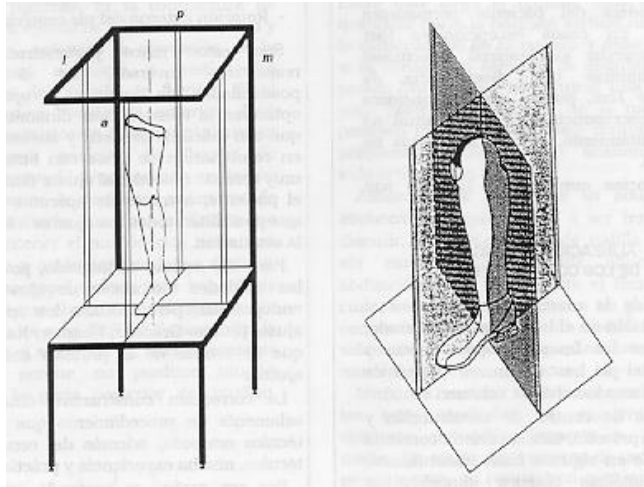
- El miembro tiene contacto con el extremo distal de la cuenca sin medias
- Añadiendo una media sobre el liner se previene que miembro toque el extremo distal de la cuenca.
- Luego de la prueba de la cuenca y de las modificaciones hechas, se procede al termo conformado de la cuenca final. esto se hace sobre el mismo molde positivo, y usando la misma técnica de plastificar con la pieza en el molde.
- Para una mejor estética se puede utilizar papel transfer
- Luego se procede a hacer los cortes y a colocar los demás componentes protésicos.

## ADAPTACIÓN DE COMPONENTES MODULARES

La adaptación entre la cuenca, el segmento de pierna y el pie se hace a través de adaptadores que van, uno en la parte superior uniéndolo con el tubo y otro en la parte inferior uniéndolo con el pie

### 11.5 ALINEACION.

#### ALINEACIÓN DE BANCO



- 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:
- En la vista sagital la plomada pasa por la mitad de la rótula y en el pie corta entre el primer y segundo dedo.

- En la vista sagital la plomada pasa 50% anterior y 50% posterior de la cuenca, a nivel del tendón rotuliano. Y en el pie pasa un centímetro por delante del tercio posterior del pie.
- En la vista posterior la plomada pasa 50% medial y 50% lateral de la cuenca en la región popítelea, y en el pie pasa por el centro del talón.
- Otro parámetro es que al momento de alinear a la cuenca, ha esta se le de 5 grados de flexión. Esto es por la flexión fisiológica de cada persona, y para descarga de la zona antero distal del muñón. Aunque en la construcción de la prótesis la cuenca se dejó neutra, ya que como se está usando un liner con pin, el fabricante recomienda dejar la cuenca perpendicular al piso, para que el pin encaje libremente en el agujero del lock (Asegurador del pin), y también porque el mismo liner da un buen confort y comodidad al muñón, liberando puntos de presión.

## **ALINEACIÓN ESTÁTICA**

Se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- La altura de la prótesis. Esto se observa verificando el mismo nivel de los agujeros sacros, en las crestas antero superiores de la pelvis, en los hombros, etc.
- Que la cuenca esté bien adaptada.

- Que cuando el usuario se apoye sobre la prótesis no hayan áreas dolorosas en el muñón.
- Es importante respetar la forma que esta orientado el muñón (valgo) tomando en cuenta si existen contracturas en flexión.
- Los cortes de las paredes, la liberación de los tendones en la zona poplítea.

## **ALINEACIÓN DINÁMICA**

Tiene como propósito hacer una prueba en el que el usuario interacciona con la prótesis caminando por cierto lapso de tiempo durante el cual el técnico a través de la observación del ciclo de marcha establece parámetros que le permiten realizar ajustes medio-laterales y antero-posterior hasta conseguir una marcha funcional en el usuario. En la alineación dinámica de mi usuario hubieron pequeños cambios, como el de darle flexión a la cuenca y darle un poco más de valgo.

## **CONFECCIÓN DE LA COSMÉTICA DE LA PROTESIS.**

La confección de la funda cosmética es un proceso muy importante, si bien es cierto la prótesis debe suplir la función, y la imagen del miembro que se ha perdido.

Para lograr este proceso se introduce la cuenca adaptada con el tubo dentro de la espuma, se coloca el pie protésico y se va dando la forma anatómica de la pierna. Finalmente se le coloca la media cosmética.

## 11.6 ENTREGA DE PRÓTESIS

Se realiza una última evaluación en coordinación con el médico tratante, para determinar el confort, la funcionalidad, la cosmética de la prótesis fabricada a través de un análisis de la marcha, satisfechos dichos objetivos se hace entrega de la prótesis y se le deja una cita de seguimiento en seis meses para verificar que el dispositivo a cumplido con los objetivos esperados.

### 11.6.1 RECOMENDACIONES DEL LINER

Con el gel expuesto hacia fuera, aplique jabón neutro con las manos, paño suave o esponja

- Enjuague todo el liner con agua
- Secar el gel con un paño libre de pelusas
- Luego se coloca el Liner con la tela hacia fuera sobre el pedestal para secarlo.

Entre el uso y el cuidado del liner, se debe tener en cuenta:

- No exponerlo a altas temperaturas ni a fuego.
- Al momento de colocarlo, tener cuidado de no rasgarlo o dañarlo con las uñas.
- Limpiarlo y desinfectarlo diariamente.
- Cuando se coloque el liner, se debe de cerciorar de que el pin se encuentre en la zona distal del muñón y centrado. Esto es para que el pin encaje bien en el agujero del componente para el pin.

## DESINFECCIÓN

Pase un paño con alcohol al Liner, por lo menos una vez a la semana.

## DETERMINACIÓN DE COSTOS PARA LA PROTESIS PTB.

### 12 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA PROTESIS

#### 12.1 Costos de materiales

| Material              | Unidad de medida | Valor por Unidad en dólares | Cantidad utilizada | Costo total en dólares |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Liner                 | Unidad           | \$ 180.00                   | 1 unidad           | \$ 180.00              |
| Kit modular           | Unidad           | \$ 125.00                   | 1 Unidad           | \$ 125.00              |
| Pie sach              | Unidad           | \$ 45.00                    | 1 Unidad           | \$ 45.00               |
| Espuma para cosmética | Unidad           | \$ 15.00                    | 1 Unidad           | \$ 15.00               |
| Media cosmética       | Unidad           | \$ 7.00                     | 1 Unidad           | \$ 7.00                |
| <b>Total</b>          |                  |                             |                    | <b>\$ 372</b>          |

#### 12.2 Costo de fabricación

| Material        | Unidad de medida | Valor por Unidad en dólares | Cantidad utilizada | Costo total en dólares |
|-----------------|------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Media de nylon  | Unidad           | \$ 2.00                     | 1 Unidad           | \$ 2.00                |
| Silicón aerosol | spray ¼          | \$ 5.00                     | 1 unidad           | \$ 5.00                |
| Cinta aislante  | Unidad           | \$ 1.00                     | 1 Unidad           | \$ 1.00                |
| Cinta adhesiva  | Unidad           | \$ 1.00                     | 1 Unidad           | \$ 1.00                |
| Vaselina        | Tarro            | \$ 2.00                     | ¼ tarro            | \$ 0.50                |
| Pegamento       | Botella          | \$ 2.00                     | ¼ botella          | \$ 0.50                |
| <b>Total=</b>   |                  |                             |                    | <b>\$ 10.00</b>        |

### 12.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Salario técnico                       | \$ 550                  |
| Horas hombre efectiva                 | 160                     |
| Costo por hora                        | \$ 2.81                 |
| Horas efectivas para fabricar aparato | 30                      |
| Costo total de mano de obra           | $2.81 \times 30 = 84.3$ |

### 12.4 COSTOS INDIRECTOS

20% del costo de mano de obra: \$ 21.00

#### **COSTO TOTAL**

##### Costo Directo

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Materia Prima         | \$ 617.00 |
| Costo de Producción   | \$ 10.00  |
| Costo de Mano de Obra | \$ 84.30  |
| Costo Indirecto =     | \$ 16.86  |

**COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN DE LA PROTESIS=\$ 728.1**



## CONCLUSIONES

- Es de mucha satisfacción ver a personas que necesitan aparatos ortopédicos, notarles esa alegría en su rostro, al haber obtenido sus aparatos. ya que forman parte de ellos y les es de gran ayuda en su vida cotidiana.
- Es de gran agrado haber aprendido a fabricar aparatos ortopédicos durante estos tres años, ya que he ganado experiencia y he cumplido con mis metas académicas. Cabe decir, el orgullo que me da haber logrado llegar a mi trabajo de graduación, y poder demostrar el conocimiento obtenido en mi vida universitaria.

## GLOSARIO

**Asintomático:** Significa que no hay síntomas. Se dice que una persona es asintomática si:

- Una enfermedad o padecimiento se presenta sin síntomas reconocibles.
- Ésta se ha recuperado de una enfermedad o afección y ya no presenta ningún síntoma.
- Está saludable.
- Una enfermedad o condición particular generalmente no produce síntomas.

**Biomecánica:** Ciencia de los fenómenos mecánicos de las estructuras biológicas

**Cosmética:** Parte externa de una prótesis, la cual define o modela la parte del cuerpo amputada.

**KAFO:** siglas en ingles que significan ortesis rodilla tobillo pie. ( K: Knee; A: Ankle; F: Foot; O: Orthotics.

**Liner:** Es una cuenca suave de silicón, la cual tiene contacto con el muñón y la cuenca rígida. El liner aparte de servir como suspensión, da una mayor comodidad al paciente, y evita laceraciones en el muñón.

**Monoplejía:** parálisis de un solo miembro.

**Muñón:** Segmento residual de un miembro amputado.

**Ortesis:** Son dispositivos aplicados externamente al cuerpo para proveer las fuerzas requeridas en el tratamiento de deficiencias físicas; con el fin de sustituir, mantener, restaurar o mejorar las funciones dañadas del sistema neuro-músculo esquelético.

**Pseudoartrosis:** Falsa articulación.

**Prótesis:** Dispositivo ortopédico que sustituye un miembro faltante, con el cual se reestablece la imagen corporal.

**Músculo:** Tejido compuesto por fibras contráctiles encargado de mover diferentes partes y órganos del cuerpo.

**Distal:** parte de una extremidad, que se aleja del cuerpo o de la línea media.

**Proximal:** parte de una extremidad, que se acerca al cuerpo o a la línea media.

## **Bibliografía.**

**-LIBRO DE BIOMECANICA. UNIVERSIDAD DON BOSCO, 1999  
Cooperación Técnica Alemana.**

**-Exposiciones de biomecánica vistas durante los tres años de la carrera.**

### **Tesis de graduación.**

**“Fabricación de una ortesis larga de polipropileno para miembro inferior  
(KAFO) y Fabricación de prótesis transtibial tipo PTS.**

**Autor: Carlos Atilio Cisneros Sánchez.**

**Agosto de 1999.**

**- [www.salud.discapnet.es](http://www.salud.discapnet.es)**

**- Tesis de Graduación.**

**“Fabricación de dispositivos ortopédicos de marcha”**

**Autor: Amilcar Fernando García Rodríguez.**

**Enero de 1999.**

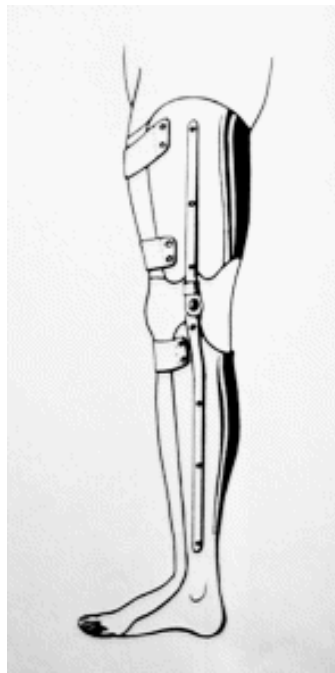
**ANEXOS.**



**Figura 1**  
**Vacuna Sabin**



**Figura 2**  
**Vacuna Salk**



**Figura 3**  
**KAFO**



**Figura 4**  
**Prueba del KAFO**



**Figura 5**  
**Vista sagital con el KAFO**



**Figura 6**  
**Vista frontal con el KAFO**



**Figura 7**  
**Prótesis endoesqueletica**



**Figura 8**  
**Toma de molde negativo**



**Figura 9**  
**Termoconformado**



## **HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

- Escofina plana y redonda
- Cuchilla para cartón
- Martillo
- Grifas
- Desatornillador
- Tenaza de presión
- Tenaza de electricista
- Centro punto
- Plomada
- Sacabocados
- Cinta métrica de metal
- Cinta de sastre
- Sierra

## **EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO**

- Prensa
- Banco de trabajo
- Horno
- Stricker
- Caladora
- Esmeril
- Fresadora
- Torno
- Pistola de calor