



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DEL BIOFEEDBACK APLICADO SOBRE EL
MIEMBRO RESIDUAL PARA MEJORAR LA
FUNCIONALIDAD DEL MUÑÓN EN UN MENOR TIEMPO EN
PACIENTES CON UNA AMPUTACIÓN SUPRA-PATELAR
UNILATERAL ENTRE 35 Y 70 AÑOS DE EDAD ATENDIDOS
EN LOS SERVICIOS DE SALUD PÚBLICOS LA NOVENA
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA”.**

Tesis para optar al grado

De Licenciado en Kinesiología

AUTOR: Cristian Rocha Castro.

Temuco, 7 de enero del 2013



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DEL BIOFEEDBACK APLICADO SOBRE EL
MIEMBRO RESIDUAL PARA MEJORAR LA
FUNCIONALIDAD DEL MUÑÓN EN UN MENOR TIEMPO EN
PACIENTES CON UNA AMPUTACIÓN SUPRA-PATELAR
UNILATERAL ENTRE 35 Y 70 AÑOS DE EDAD ATENDIDOS
EN LOS SERVICIOS DE SALUD PÚBLICOS LA NOVENA
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA”.**

Tesis para optar al grado

De Licenciado en Kinesiología

AUTOR: Cristian Rocha Castro.

PROFESOR GUÍA: Mónica Gaete Mahn.

Temuco, 7 de enero del 2013

AGRADECIMIENTOS

Las oportunidades que la vida nos ofrece, sin duda son hechos significativos, que cuando desde el futuro las observamos hacia atrás, debemos saber valorar y de estas sacar nuevas experiencias para el día a día.

Está de más mencionar que agradezco inmensamente a la vida y a Dios, por los desafíos que ha puesto en mi camino, los cuales me han enseñado a ser mejor persona en un ámbito integral.

Agradecer primeramente a María Luisa Jara Villalobos y Ercilia Jara Villalobos quienes han sido partícipes en todo mi desarrollo personal, brindándome siempre un apoyo incondicional y amor, para poder lograr mis metas. A mi familia en general le ofrezco mi más grande agradecimiento, por su aliento y ánimo durante este proceso de trabajo, que ha tenido altos y bajos, pero que al fin llegó a su término.

A todas aquellas personas que me rodean: amigos, compañeros y conocidos, que de alguna u otra manera me han alentado en este proceso y han colaborado, cada uno, con un granito de arena, para que la realización de este trabajo de investigación sea posible.

Quisiera también agradecer a los profesores que me han abierto las puertas frente a cualquier duda o requerimiento, tanto académico como personal, agradecerles enormemente su tiempo y buena disposición. Y un muy especial aprecio y cariño a mi profesora guía, la Sra. Mónica Gaete Mahn, quien ha tenido una excelente disposición y ha sido incondicional en la realización de este trabajo, independiente de los inconvenientes que puedan haber ocurrido durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

Termino agradeciendo a la vida en general, de darme la oportunidad de crear este hermoso camino, que tiene como destino lograr alcanzar la profesión de kinesiología, y así lograr, posteriormente, llevar a cabo mi vocación de servicio.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La amputación es un procedimiento de respuesta a complicaciones de enfermedades y/o traumatismos generalmente, que va aumentando en su prevalencia con el desarrollo socioeconómico de la población. Es un procedimiento que extirpa una parte del cuerpo a través de uno o más huesos para lograr salvar la vida del paciente.

Toda patología, de cualquier ámbito y diferente gravedad, va a provocar de cierta manera cambios o deterioros en la función del sujeto al enfrentar la vida diaria que sin lugar a dudas afectarán la calidad de vida de las personas que las padecen.

La amputación en sí genera varias consecuencias que afectan la función motriz del individuo, ya que se ven limitadas varias actividades de la vida diaria, como el simple hecho de caminar, donde la marcha se ve absolutamente comprometida con una amputación de la extremidad inferior, por ejemplo, siendo la mejor alternativa para llevarla a cabo es el uso de una prótesis, la cual se logra tras una larga preparación y entrenamiento previo, que muchas veces concluye en graves desviaciones posturales. Considerando entonces las características antes mencionadas es que la rehabilitación en pacientes amputados debe comenzar lo antes posible para conseguir óptimos resultados.

Una técnica nueva que puede implementarse como complemento al tratamiento convencional de las amputaciones es el Biofeedback, que consiste en un tipo de retroalimentación proveniente del sistema muscular. El entrenamiento con biofeedback es una técnica que nos permite sintonizar las funciones del organismo y lograr controlarlas a través del aprendizaje.

OBJETIVO: Determinar la efectividad del Biofeedback aplicado sobre el miembro residual para mejorar la funcionalidad del muñón en un menor tiempo en pacientes amputados supra-patelar unilateral entre 35 y 70 años atendidos en los servicios de salud públicos de la novena región de la Araucanía.

MATERIAL Y METODO: Se realizará un ensayo clínico, comparando dos grupos: uno control y otro experimental.

En dicho estudio, aleatoriamente, un grupo control recibirá el tratamiento convencional para pacientes amputado, sin biofeedback. Por otra parte, el grupo experimental recibirá el mismo tratamiento al cual se le sumará la terapia con biofeedback. La muestra será elegida después de haber realizado un estudio piloto, en donde se obtendrá el tamaño del efecto.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO.....	7
DEFINICIÓN DE AMPUTACIÓN.....	7
INCIDENCIA.....	10
TIPOS DE AMPUTACIÓN.....	12
AMPUTACIONES DE MIEMBRO INFERIOR.	15
CAUSAS DE AMPUTACIÓN.....	18
PRINCIPIOS QUIRÚRGICOS DE LAS AMPUTACIONES.....	26
MIOPLASTÍA Y MIODESIS.	30
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMPUTACIÓN.....	31
NIVELES DE AMPUTACIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR.	36
CAMBIOS POST-OPERATORIOS DEL MIEMBRO AMPUTADO.....	48
COMPLICACIONES DE LAS AMPUTACIONES.....	56
BIOFEEDBACK	66
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	68
RECURSOS HUMANOS	68
BUSQUEDA EN BIBLIOTECA	69
BUSQUEDA EN INTERNET	69
BUSQUEDA EN BASE DE DATOS	69
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	71
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	71
OBJETIVO GENERAL	71

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	72
FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	73
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
DISEÑO DEL ESTUDIO.....	77
POBLACIÓN.....	79
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	79
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	80
ALEATORIZACIÓN	80
ENMASCARAMIENTO.....	81
VARIABLES	82
VARIABLES DE INTERVENCIÓN	82
VARIABLES DE RESULTADO	91
VARIABLE DE CONTROL.....	93
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	96
HIPÓTESIS	96
HIPOTESIS NULA.....	97
HIPOSIS ALTERNATIVA.....	97
TAMAÑO MUESTRAL	97
MANEJOS DE LOS DATOS.....	99
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	99
ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	99
CONSIDERACIONES ÉTICAS	100
BENEFICIOS.....	100

RIESGOS	1000
CONFIDENCIALIDAD.....	10000
IGUALDAD EN LA SELECCIÓN.....	1011
CONSENTIMIENTO INFORMADO	1011
ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO	1033
EQUIPO DE TRABAJO	1033
LUGAR FÍSICO	1044
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	1055
PRESUPUESTO.....	1077
CARTA GANTT	10909
BIBLIOGRAFÍA.....	1155

Índice de Imágenes, tablas y anexo.

IMAGEN 1.....	88
IMAGEN 2, 3, 4, 5 y 6.....	89
IMAGEN 7, 8 Y 9.....	90
IMAGEN 10.....	98
TABLA 1.....	78
TABLA 2.....	91
TABLA 3.....	108
ANEXO 1.....	110

INTRODUCCIÓN

La independencia física y la posibilidad de realizar un sin número de actividades de forma eficiente para cualquier individuo es un hecho que determina la posibilidad de poder actuar en la sociedad y sentirse útil para ésta, es por esto que ante cualquier evento que altere tal condición se van a generar cambios en el sujeto, de modo que su funcionalidad se verá afectada, repercutiendo de manera tal que su calidad de vida se verá mermada de manera importante.

Calidad de vida es definida por la OMS como “la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno”.⁸

Toda patología, de cualquier ámbito y diferente gravedad, va a provocar de cierta manera cambios o deterioros en la función del sujeto al enfrentar la vida diaria que sin lugar a dudas afectarán la calidad de vida de las personas que las padecen.

Dentro de la gama de patologías existentes, encontramos las que causan la amputación de un miembro corporal, entre las que encontramos: las vasculopatías

periféricas, la diabetes mellitus, las infecciones, las lesiones o accidentes traumáticos, los tumores, las lesiones nerviosas y las malformaciones congénitas.

Diversos estudios en donde se ha estudiado el impacto que han generado las amputaciones en el desenvolvimiento de la persona en funciones básicas de la vida diaria, han demostrado que los pacientes post-amputación exhiben menores puntuaciones de salud psicológica y mental comparados con otras personas de igual edad⁸.

La amputación en sí, como resultado de cualquiera de las patologías que nombramos anteriormente, genera varias consecuencias que afectan la función motriz del individuo, ya que se ven limitadas varias actividades, que afectan de manera negativa en la calidad de vida de estas personas.

Tomando en cuenta lo anterior es que una de las consecuencias de esta intervención y que afecta sin lugar a dudas en el desenvolvimiento de estas personas, es la tardanza en lograr una marcha lo normal posible. La única forma de realizar marcha es con el uso de una prótesis, que muchas veces concluye en graves desviaciones posturales.

Considerando entonces las características antes mencionadas es que la rehabilitación en pacientes amputados debe comenzar lo antes posible para conseguir óptimos resultados.

El tratamiento de este tipo de intervenciones debe ser realizado por un equipo multidisciplinario, para obtener resultados que generen un impacto y que se reflejen en una mejoría de la calidad de vida del paciente⁸.

Una técnica nueva que puede implementarse como complemento al tratamiento convencional de las amputaciones es el Biofeedback, que consiste en un tipo de retroalimentación proveniente del sistema muscular. El entrenamiento con biofeedback es una técnica que nos permite sintonizar las funciones del organismo y lograr controlarlas a través del aprendizaje.

Por lo tanto la presente propuesta de investigación busca determinar la efectividad de esta técnica de tratamiento como método complementario en la rehabilitación convencional de pacientes amputados.

MARCO TEÓRICO.

DEFINICIÓN DE AMPUTACIÓN

La amputación es la separación de una parte o la totalidad de un miembro del resto del cuerpo. Mediante este procedimiento se crea un nuevo órgano funcional y locomotor, que recibe el nombre de muñón.^{3,9}

A partir de este nuevo órgano se inicia la rehabilitación del paciente. Este proceso incluye la restauración física, psicológica, social y vocacional del mismo; cuyo objetivo principal estará siempre dirigido a recuperar al máximo sus potencialidades y reintegrarlo a la sociedad.³

La amputación por encima de la rodilla “Transtibial”, constituye la amputación más frecuente de la extremidad inferior siendo sus etiologías más comunes la vascular y la diabetes mellitus.³

La amputación es un sí es un hecho traumático, que afecta al paciente tanto en el ámbito físico como emocional, ya que la extirpación quirúrgica de una parte visible y vital del cuerpo, no es una buena experiencia ni para el paciente ni para su familia, pero tampoco para el cirujano que la realiza.⁹

Teniendo en cuenta lo anterior, el cirujano no solo se compromete a extirpar la parte que esté afectando la extremidad, sino que también a crear un muñón que se conectará con el medio ambiente con una máxima efectividad a través de la prótesis.⁹

La sensibilidad y habilidad del terapeuta son claves para obtener la

cooperación del paciente, ya que este juega un papel central y gratificante en el proceso de rehabilitación, que a veces suele ser un trabajo vacilante y difícil, pero si se realiza de buena manera, al final es totalmente positivo.⁸

También es esencial que el terapeuta asuma un papel clave en el establecimiento de metas individuales para lograr unos niveles óptimos de recuperación funcional. Este proceso comienza antes de la intervención, donde se establecen objetivos para trabajar en el post-operatorio. El desafío es estar libre de dolor, aumentar la movilidad y sentirse lo más cómodo posible. En el ámbito psicológico el paciente amputado debe ajustarse a su nueva situación de discapacidad y al entorno social, que finalmente son los responsables de que éste tenga un nivel de vida aceptable.^{3,8,9}

La rehabilitación efectiva de la amputación requiere, como prerrequisito el conocimiento de los parámetros normales de la marcha, además de esto, también es necesario entender qué pasa con la marcha patológica, de manera que las adaptaciones posturales y las desviaciones en la marcha con prótesis, puedan ser analizadas y corregidas.³

Después de perder una extremidad, se disminuye la fuerza del cuerpo y se altera el centro de masa, aumenta el balance, hay una pérdida del equilibrio y disminuye la base de sustentación.³

Como mencionamos anteriormente, luego de la amputación, el miembro funcional será el muñón y para que este tenga una adecuada participación en la vida diaria debe: presentar un revestimiento cutáneo bien nutrido, no estando la piel demasiado estirada ni demasiado laxa, tener buena movilidad y suficiente

fuerza de palanca, conservar los arcos articulares de la articulación proximal, poseer suficiente irrigación sanguínea para que no exista cianosis, hiperemia ni edema, no presentar dolor, el nervio principal debe estar cortado por encima del nivel de la amputación para evitar neuromas superficiales y dolorosos y la cicatriz debe ser correcta y estar en un lugar adecuado.³

Del muñón resultante se evalúa la forma, la cicatriz, la movilidad articular proximal, la valoración muscular, la sensibilidad y la temperatura y los perímetros para así saber cuando el miembro residual es apto para comenzar con el uso de la prótesis definitiva.³

INCIDENCIA

Mientras aumenta la edad promedio de la población, también aumenta la frecuencia de enfermedades arteriales periféricas y de diabetes mellitus.^{4,5}

Cronológicamente, la máxima incidencia de amputados se encuentra en el rango etario de 50 a 75 años de edad, rango relacionado con la prevalencia de vasculopatías periféricas y diabetes (90%).^{4,5}

En adultos jóvenes, las amputaciones se ven realizadas por la prevalencia de traumatismos y secuelas de estos; y en los niños, las amputaciones se realizan por la deficiencia congénita de los miembros en un 60%, secundarias a lesiones o al tratamiento de tumores malignos.^{4,5}

El sexo masculino lleva la delantera en la prevalencia de las amputaciones, en cuando a la existencia o no de riesgo laboral profesional y a enfermedades, obteniéndose como resultado que el 75% de los nuevos amputados son hombres.^{4,5}

La relación entre amputados de miembro superior e inferior es de 5 es a 20 respectivamente, ocupando el 80 % las amputaciones de miembro inferior. Existe una equidad entre las amputaciones de miembros inferiores derechos e izquierdos.^{4,5}

Más del 90% de las 65 000 amputaciones realizadas en Estados Unidos son realizadas por afecciones como la isquemia o infecciones. Las complicaciones vasculares y las infecciones de la diabetes mellitus ocupan entre el 60 y 80% de las

amputaciones de miembro inferior y de los pacientes diabéticos, entre el 15 y el 20% serán amputados de la pierna homóloga en un periodo de 5 años aproximadamente. Otras indicaciones de amputación son las infecciones no diabéticas con isquemia (15 a 25%), isquemia sin infección (5 a 10%), osteomielitis (3 a 5%), traumatismos (2 a 5%) y congelación, tumores, neuromas entre otras diversas causas (5 a 10%).^{4,5}

La mortalidad se vio disminuida cuando se comenzó a utilizar la amputación como tratamiento de diversas complicaciones en la última década, disminuyéndola progresivamente de 5 hasta 10%, en amputaciones de miembro inferior. Pero, cabe destacar, que mientras más proximal es la amputación, el riesgo de mortalidad es más alto, siendo de un 30% en una amputación suprapatelar (sobre la rodilla) y de un 5 % infrapatelar (bajo la rodilla).^{4,5}

El 50% de la mortalidad en amputados es producto de enfermedades cardiovasculares.^{4,5}

TIPOS DE AMPUTACIÓN

Existen 3 tipos principales de amputación, los cuales son:

- 1.) Convencionales o estándar.
- 2.) Osteomioplásticas o miodesis.
- 3.) Provisionales.

1.) Amputaciones convencionales

Se realizan en ausencia de sepsis o sepsis potencial, teniendo como primera consideración, el proporcionar la mejor función posible del miembro residual, con o sin prótesis, compatible con una adecuada extirpación del tejido patológico.

Se planean colgajos cutáneos, los cuales deben ser elegidos de la mejor manera para conservar la circulación y han de ser de grosor completo; piel, tejido subcutáneo, fascia profunda y músculo.^{1,4}

Se tiene cuidado en el posicionamiento de los nervios, para lograr que los *neuromas de amputación* terminales queden situados lo más alejados de los puntos de presión y fricción (a 2,5 cm. proximal a la amputación aproximadamente), lo cual se logra con una tracción moderada. La sección del hueso, músculos y vasos sanguíneos relevantes se seccionan al nivel de la amputación^{1,4}.

Se extirpan los 2,5 cms distales del periostio, para evitar así la formación de espolones óseos, por segmentos desprendidos de dicho periostio^{1,4}.

Luego de terminada la amputación, las fascias superficiales y profundas se aproximan sobre el periostio y la piel es cerrada con exactitud.^{1,4}

2.) Amputaciones osteomioplásticas o miodesis

Se utiliza frecuentemente cuando el uso de la prótesis es en el post-operatorio inmediato^{1,4}.

La preparación de las estructuras comprometidas en la amputación es similar a las amputaciones convencionales, y solo se diferencia en la distancia de sección de los músculos, la cual es a 5 cm distales a la transección ósea, donde anteriormente se crea un colgajo osteoperiostico que se sutura al lado opuesto del hueso, para así cubrir y taponar la cavidad medular^{1,4}.

Cuando el miembro residual se encuentra en una posición anatómica, por ejemplo, la amputación infrapatelar en extensión de rodilla, en conjunto a la cadena suprapatelar, se suturan los músculos antagonistas a través de los extremos óseos^{1,4}.

3.) Amputación provisional

Tipo de amputación donde se debe conservar la mayor cantidad de tejido razonablemente viable y no contaminado, sin un cierre inmediato de la herida. Es solo una primera operación de al menos dos, requeridas para una construcción

óptima del muñón, por lo que debe ser seguida por una cirugía secundaria de cierre de la herida, re-amputación o reparación plástica. Para evitar las retracciones, está permitido sujetar los tejidos sobre un taponamiento de gasa con unos pocos puntos de sutura laxos; en otros casos es necesaria la tracción de la piel^{1,4}.

La *sutura primaria retardada* se realiza para cerrar la herida después de unos días, cuando se ha retirado el taponamiento^{1,4}.

Esta amputación está indicada para infecciones y heridas traumáticas severas con una destrucción tisular extensa y contaminación macroscópica. Su finalidad es prevenir o eliminar infecciones, para poder realizar un cierre definitivo de la herida sin complicaciones.^{1,4}

AMPUTACIONES DE MIEMBRO INFERIOR.

Las amputaciones de miembro inferior interfieren con el proceso de locomoción normal del individuo. Estas causan las siguientes complicaciones:

- Pérdida de una función física.
- Cambio en la distribución de peso resultante de la pérdida de peso unilateral.
- Interferencia en la coordinación y propiocepción.
- Perturbación del equilibrio.³

Las personas amputadas, para adaptarse a estos cambios tratan de mantener el equilibrio con adaptaciones posturales que compensan la pérdida. Estas adaptaciones posturales van a depender del nivel de la amputación y si esta es unilateral o bilateral.³

Cada nivel de amputación tiene características específicas. Sin embargo existen consideraciones generales sobre las condiciones del muñón. Aunque la pérdida de la función física aumenta proporcionalmente con la altura del nivel de amputación, todos los tipos de muñones deben actuar como palanca para acelerar y controlar la prótesis durante la marcha.³

La longitud del muñón (medido por la longitud del hueso) influye en:

- Cantidad del control de palanca.
- Pérdida de tejido muscular para el control muscular.
- Pérdida de superficie disponible para el muñón.

- Distribución del peso.
- La toma de contacto con la prótesis, influye en la conciencia propioceptiva y en el confort.³

Una amputación que se realiza a nivel de una articulación (ej. Una desarticulación de tobillo o rodilla) resulta con un muñón en el extremo. El hueso largo que se ensancha en la parte distal permanece intacto. El hueso esponjoso cubierto por cartílago articular proporciona una amplia y suave superficie de soporte de peso, que son las funciones del hueso en su estado natural.³

Sin embargo, si el hueso largo ha sido cortado (ej. Amputaciones transtibiales y transfemorales), mantener el peso total a través del extremo del muñón no es posible. Las razones para esto son:

- La superficie del hueso cortical es agudo.
- El diámetro del hueso es estrecho (menor)
- El corte anatómico de los huesos largos es tubular, por lo tanto, esto hace que la amputación sea aún más estrecha, disminuyendo la superficie para soportar una carga de peso.³

Para mejorar las propiedades carga- peso del muñón, el extremo distal del hueso es modelado quirúrgicamente para suavizar los bordes afilados, y el tejido muscular se trabaja en el extremo del hueso roto para amortiguar y reducir la sensibilidad de este. La distribución carga-peso impuesta por la intervención quirúrgica y el posterior uso de prótesis disminuyen la cantidad de carga de peso en el extremo sensible.³

Cuando hablamos de amputaciones transfemorales, la tuberosidad isquiática, que tiene una parte de hueso esponjoso, es capaz de acomodar bien el peso debido a su superficie lisa y cobertura tendinosa de tejido blando.³

CAUSAS DE AMPUTACIÓN.

La amputación es una acción indicada, cuando la presencia de un miembro del cuerpo es perjudicial para la vida o si el remplazo de dicha estructura da mejores opciones funcionales y/o estéticas.¹

Suele ser causada por una enfermedad o lesión, la cual trae un estado de discapacidad permanente que afecta la movilidad, autonomía e imagen corporal del propio paciente, con consiguientes secuelas psicológicas.²

La mayor cantidad de los pacientes poseen enfermedades vasculares periféricas con complicaciones tan serias como la afección del miembro homólogo, enfermedad coronaria o cerebro-vascular con sus complicaciones.¹

De mayor a menor incidencia, las amputaciones de extremidades inferiores se realizan por afecciones como:

- a.) Enfermedad Vascular
- b.) Trauma
- c.) Tumor Maligno
- d.) Infecciones
- e.) Discrepancias del las Extremidades³

a.) ENFERMEDAD VASCULAR.

Enfermedad vascular es un término que incluye todas las afecciones del sistema vascular, dañando estructuras tales como vasos sanguíneos y linfáticos, corazón, sistema pulmonar y portal.³

Dichas enfermedades afectan tanto a arterias como venas viéndose comprometidos vasos grandes, de mediano y pequeño tamaño, produciendo que el flujo sanguíneo se vea impedido, trayendo como consecuencia problemas en la nutrición celular, que en casos extremos causará la muerte celular (gangrena).³

La arteriosclerosis es una de las tantas enfermedades vasculares, la cual consiste en el endurecimiento de las arterias, por un engrosamiento y/o pérdida de la elasticidad de las paredes arteriales; una de las formas más comunes de arteriosclerosis es la *aterosclerosis*, la cual se caracteriza por la adherencia de placas ateromatosas en las paredes interiores de las arteriolas, que progresivamente bloquean el lumen de los vasos sanguíneos, impidiendo la velocidad del flujo sanguíneo y debilitando las arterias afectadas.³

Los signos y síntomas pueden incluir:

- Claudicación del dolor
- Blanqueo de la piel
- Cambios en la temperatura del miembro
- Cambios tróficos (crecimiento de uñas, pérdidas de respuesta al sudor)
- Pérdida sensorial

- Ulceración³

Cuando la ulceración progresa a gangrena, en las extremidades inferiores, es posible requerir la amputación.³

La aterosclerosis es una enfermedad multi-sistémica que puede causar:

- Disminución de la función renal
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Enfermedad cerebro-vascular
- Enfermedad isquémica del corazón³

La insuficiencia venosa resulta de la debilidad de válvulas de las paredes venosas, las cuales al fallar, produce una acumulación de sangre en las venas superficiales, provocando la distensión venosa, donde un trauma menor puede llevar a la ulceración de la piel.³

Los signos y síntomas pueden incluir:

- Edema
- Dolor
- Eccema varicoso
- Piel frágil
- Perdida del cabello
- Ulceración³

La tromboangéítis obliterante (enfermedad de Buerger), enfermedad crónica e inflamatoria, vasoespástica que produce la vasoconstricción de los vasos sanguíneos. Afecta vasos periféricos, comenzando en los vasos de las manos y los pies.³

Existen también otros factores, asociados a las enfermedades vasculares, que pueden acelerar o influir en la severidad o extensión de dichas enfermedades, tales como:

- Diabetes Mellitus
- Infecciones
- Hipertensión
- Estilo de vida
- Envejecimiento.³

b.) TRAUMA

Los traumatismos son la segunda causa de amputación en una clasificación de acuerdo a la incidencia.³

El miembro puede estar tan evidentemente dañado, que la supervivencia sea imposible, y donde una amputación es necesaria con urgencia; existe un daño irreparable en los tejidos.³

En su mayoría este daño es causado por:

- Falta de unión de fracturas después de una lesión
- Infección persistente, por una contaminación en el momento de la lesión, que afecta la procesos de recuperación
- Exposición a temperaturas extremas.³

El estado de salud de estos pacientes es generalmente bueno, sin embargo, los daños adicionales a la amputación pueden presentar problemas y tener prioridad sobre el tratamiento del muñón y accesorios protésicos.³

En otras instancias, se procede a amputar después tratar de salvar un segmento dañado, cuando se comprueba que no se conseguirá mantener dicho segmento en condiciones óptimas para su utilización, y que el paciente estará en mejores condiciones con un miembro artificial.¹

c.) TUMOR MALIGNO

En muchos procesos neoplásicos primarios la amputación es la única esperanza de salvar la vida del paciente. El osteosarcoma es la enfermedad más común, la cual requiere la amputación del miembro, ya que habitualmente se produce cerca de la línea epifisiaria en los huesos largos, implicando casi siempre la cavidad medular.³

Por lo general, estas afecciones ocurren en la adolescencia, nos obstante, también pueden ocurrir en la vida adulta, donde muchas veces es necesaria, de igual forma, una amputación.³

Muy rara vez, un tumor benigno requiere de una amputación para su tratamiento, pero algunas veces el tamaño de algunos tumores abarcan demasiado espacio, o también comprometen la irrigación o inervación de un miembro, produciendo que este pierda su funcionalidad.^{1, 3, 4}

d.) INFECCIONES

Las personas que poseen enfermedades vasculares y/o diabetes, están más propensas a desarrollar infecciones bacterianas localizadas, especialmente en sitios donde existen lesiones de la piel.³

La vía más común de contaminación de un área abierta es por medio de contacto directo o indirecto, donde, un microorganismo patógeno (generalmente estafilococos) entrará en las lesiones de la piel provocando afecciones purulentas que conllevarán a la destrucción del tejido.³

En diabéticos, la curación puede ser aún más comprometida, por la alta concentración de glucosa presente en los fluidos tisulares; y cuando se desarrolla la gangrena, la amputación se convierte en un imperativo.³

Otro tipo de infección es la osteomielitis, la cual se desarrolla en cualquier tipo de hueso y puede manifestarse de tres maneras: (1) como resultado de la diseminación hematológica de una infección, (2) un traumatismo o (3) una infección contagiosa.³

La osteomielitis asociada a una enfermedad vascular y/o diabetes, afecta principalmente a los dedos de los pies y pies, lo cual es frecuente en pacientes de mediana edad o mayores.

Los signos y síntomas pueden incluir:

- Fiebre
- Dolor
- Hinchazón
- Eritema
- Ulceración³

e.) DISCREPANCIA DE MIEMBROS

Las discrepancias de las extremidades incluyen deformidades congénitas (ausencia de una extremidad o parte de esta) y otras extrañas condiciones como la parálisis o deformidades de las extremidades.³

Deformidades congénitas. Son producto de la suspensión del crecimiento del feto en diferentes etapas en el desarrollo en el útero. Los factores que pueden influir en esta supresión del crecimiento en dicho periodo, pueden ser factores genéticos como también componentes ambientales. El daño de las zonas afectadas del cuerpo dependerá de la causa y el período de tiempo en el que el crecimiento se vio interrumpido.³

La amputación de miembros se utiliza para mejorar la función y la estética en muchos casos y puede estar indicada a temprana edad o retrasar esperando la maduración ósea.³

PRINCIPIOS QUIRÚRGICOS DE LAS AMPUTACIONES.

Los principios básicos de la cirugía en las amputaciones son tan importantes como en cualquier otro tipo de operación, por lo tanto, se deben definir con la mayor precisión posible.³ Dentro de los más importantes tenemos:

a. Nivel de amputación.

El adecuado nivel de amputación, aparte de estar determinado por la causa, también se encuentra determinado por las consideraciones quirúrgicas. La amputación se debe efectuar a través de tejidos que cicatricen satisfactoriamente y en nivel donde se extirpe la parte patológica. La regla principal es conservar la mayor longitud que sea posible y que sea compatible con una adecuada rehabilitación.⁹

b. Torniquete.

El uso de torniquete es conveniente y facilita la amputación. Se trata de una maniobra encaminada a detener temporalmente una hemorragia aguda, por lo tanto, sirve para interrumpir la circulación en las piernas, que no puede ser controlada por un sistema convencional. Por lo general hay que dejar que el miembro comience a desangrarse mediante vendaje antes de insuflar el torniquete y comenzar la intervención propiamente tal. Sin

embargo, este método no es aconsejable en las amputaciones con necrosis o tumores malignos.¹⁰

c. Colgajos cutáneos.

Independiente del nivel de amputación, es de máxima importancia cubrir el muñón con piel en buen estado. La piel del extremo del muñón, por lo general debe ser móvil y tener preservada la sensibilidad.

La localización de la cicatriz es poco importante, pero no debe estar aferrada al hueso, ya que puede dificultar la adaptación a la prótesis, y posteriormente se puede abrir.¹⁰

d. Huesos.

Está totalmente contraindicado desnudar excesivamente el periostio del hueso. Siempre se deben reseca las prominencias óseas que no quedarán bien protegidas por las partes blandas, y el hueso restante se debe limar para que no forme un contorno puntiagudo.⁹

e. Músculos.

En una amputación convencional, los músculos se seccionan inmediatamente por debajo del nivel de la sección ósea, de modo que sus extremos se retraigan hasta ese nivel. Pero en las amputaciones

mioplásticas o aquellas que utilizan miodesis a tensión, se les debe seccionar a lo menos en 5 cm., entonces se les sutura al hueso o grupos musculares subyacentes con la tensión apropiada y después se les recorta hasta que queden con la longitud adecuada.

A veces es necesario el biselado u otro tipo de contorneo de los músculos para obtener un muñón correctamente conformado y poco voluminoso. La forma cónica, generalmente es poco conveniente porque dificulta la adaptación a los receptáculos protésicos.⁹

f. Nervios.

En la actualidad, durante la intervención se trata de aislar los nervios traccionándolos con suavidad, de modo que el extremo cortado se retraiga bien por encima de la sección ósea. Durante esta maniobra, hay que centrar la tensión firme sobre el nervio, de lo contrario, el muñón puede ser doloroso aún después de cicatrizada la herida.¹⁰

g. Vasos sanguíneos.

Se deben aislar los principales vasos sanguíneos y ligarlos individualmente a través de suturas. Los vasos más grandes requieren una doble ligadura, pero una ligadura simple es más que suficiente para vasos de calibre más pequeño. Antes de cerrar el muñón de la amputación, se

debe liberar el torniquete y coagular todos los puntos hemorrágicos, ya que es importante mantener una buena hemostasia.⁹

h. Drenajes.

Como se ha mencionado anteriormente, se debe efectuar una hemostasia meticulosa antes de cerrar el muñón de la amputación, además de esto, se debe usar algún tipo de drenaje. Los drenajes de tipo Penrose de goma suave o tubos plásticos para realizar drenajes aspirativos son bastante efectivos. Los drenajes o los tubos se deben retirar entre las 48 y o 72 horas después de la cirugía.^{1,3,9,10}

MIOPLASTÍA Y MIODESIS.

En las amputaciones convencionales los músculos se dividen más abajo del nivel donde se hará la sección del hueso, de manera que los extremos se retraigan hasta ese nivel, pero en las amputaciones mioplásticas y en las que se usa miodesis a tensión, los músculos deben dividirse por lo menos 5 cm debajo del nivel donde se hará la sección y luego se los sutura a grupos musculares o al hueso a tensión apropiado respectivamente. Los que realizan estas técnicas opinan que con las mismas se mejora la función de los músculos y la circulación del muñón, y se contribuye a evitar el dolor fantasma, pero la miodesis está contraindicada en las vasculopatías periféricas y en problemas isquémicos, donde la circulación en el tejido blando del sitio de amputación se encuentra de por sí ya limitada. Sin embargo, la estabilización mioplástica de los músculos en la extremidad isquémica es recomendable para evitar la desviación anterolateral del extremo óseo seccionado que sucede a menudo después de las técnicas más convencionales. En las extremidades no isquémicas es importante estabilizar los músculos con una miodesis o mioplastía para construir un muñón de amputación más fuerte y resistente.¹⁰

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMPUTACIÓN.

Una amputación siempre debe practicarse a un nivel donde sea probable una completa cicatrización, pero que también permita el uso más eficiente de la extremidad después del post-operatorio y posteriormente, después de la rehabilitación. Se debe valorar el beneficio de una cicatrización más predecible en una amputación proximal, contra la posibilidad de una rehabilitación exitosa y medianamente fácil que se puede lograr con una amputación distal.

La decisión para determinar un correcto nivel de amputación, se basa en lo adecuado del riesgo, la extensión de la necrosis tisular y la localización del tumor. Por ejemplo, en las extremidades superiores es raro encontrar un deterioro circulatorio, en cambio, en las extremidades inferiores, donde es más probable que ocurra una amputación, hay que determinar el estado circulatorio a diferentes niveles midiendo los impulsos periféricos y el tiempo de llenado capilar, y verificando la presencia de rubor, el estado de la piel y si hay presencia de atrofia isquémica. Actualmente, ningún tipo de medición del flujo sanguíneo predice con seguridad el mejor nivel de cicatrización.

Uno de los principios de las amputaciones es que hay que conservar tanta extremidad como sea posible, con el fin de conservar la marcha lo más cercana a lo normal con el menor gasto de energía. Comparado con lo normal, el gasto de energía durante la marcha aumenta entre un 10 a un 40% con prótesis debajo de la rodilla, entre un 50 a 70% arriba de la misma y 60% con el uso de muletas.

Las técnicas adecuadas para determinar el nivel de amputación son los siguientes:

1. Medición de la presión arterial.

La medición de la presión arterial en el muslo, tobillo y dedos del pie con un dispositivo Doppler de ultrasonido (que sirve para ayudar en la determinación de la suficiencia del flujo sanguíneo en las extremidades inferiores), es una técnica muy útil para determinar la altura de la amputación. Sin embargo, por sí sola no es suficiente para tomar una decisión. En varios casos las presiones arteriales por segmento fallan y las del tobillo son guías inseguras de la cicatrización. Esto, generalmente, es común en pacientes que padecen Diabetes Mellitus, donde su cicatrización es gran parte de las veces, más lenta que la de un amputado sin este tipo de patologías asociadas.^{9,10}

Una presión arterial de 70 mm Hg en el nivel de la amputación deseado, o una relación entre la presión de la pierna y la presión en el brazo de 0.45, son parámetros satisfactorios y estadísticamente válidos en el 80 al 90% de los pacientes en la predicción del éxito de una amputación.

La falta de flujo sanguíneo en la zona poplítea predice con seguridad que una amputación transtibial no cicatrizará. Por el contrario, la presencia de pulso femoral, en general es un buen indicador de que una amputación por debajo de la rodilla puede curar.^{9,10}

2. Estudios con Xenón 133.

El Xenón 133 ayuda a determinar el nivel de una amputación a través de su eliminación cutánea, determinando principalmente la viabilidad tisular. Se disuelve una pequeña cantidad de Xenón 133 en una solución salina y se inyecta de manera intradérmica a diferentes niveles, mediante una cámara en interfase con un computador.^{9,10}

La medición del flujo sanguíneo obtenido con el principio del Xenón 133 permite valorar de inmediato los diversos sitios posibles para la amputación. A pesar de esto, la técnica de la inyección con Xenón 133 depende mucho del profesional, eso es porque el Xenón es muy liposoluble, y una inyección profunda arrojará malos resultados. Debido a lo anterior, sumado a los costos de la prueba y al tiempo empleado en ella, no siempre se realiza.^{9,10}

3. Mediciones con Doppler láser.

El Doppler láser mide la velocidad de flujo de la micro circulación cutánea, indica con seguridad una mala cicatrización cuando no hay flujo hacia el extremo amputado. Sin embargo, con este procedimiento no es posible detectar otro parámetro que asegure el éxito del nivel de la amputación. Cuando se compara el valor predictivo entre la medición realizada con Doppler y la medición del oxígeno transcutáneo, este último cuenta con más exactitud en el momento de los resultados.^{9,10}

4. Mediciones de la tensión de oxígeno.

La medición transcutánea de la tensión de oxígeno, utiliza un electrodo de oxígeno de tipo Clark modificado para realizarla, y es otro procedimiento para analizar el proceso de cicatrización. Una presión de oxígeno transcutánea igual a cero, indica que la cicatrización no será satisfactoria en el sitio donde fue medida, mientras que, arriba de 40 mm Hg indica que sí es probable una buena cicatrización, los valores intermedios no se relacionan muy de cerca con el grado de cicatrización.

Las ventajas de este procedimiento son que la medición subcutánea de oxígeno no es invasiva y es fácil de reproducir, además de tener un bajo costo (equipos) y ocupar poco tiempo (alrededor de 30 min.).^{9,10}

5. Estudios de la fluorescencia de la piel.

Esta medición se realiza con un fluorómetro, posterior a la inyección intravenosa de un colorante de fluoresceína, y puede llegar a predecir la cicatrización con un 80% de exactitud, que es casi el doble de la precisión de las mediciones efectuadas con el sistema Doppler.^{9,10}

6. Temperatura de la piel.

Generalmente, la temperatura de la piel se correlaciona con el flujo sanguíneo de ésta misma. En diversos estudios se postuló un valor de predicción positiva de un 94% para la cicatrización mediante la determinación directa de la temperatura de la piel, sin embargo, el valor de la predicción negativa fue solo de un 11%.^{9,10}

7. Mediciones de la presión de riesgo de la piel.

La medición de riego de la piel, medida a través de un sistema fotoeléctrico predice una cicatrización con un 80% de precisión. La técnica para realizar esta medición es colocar un manguillo de presión arterial sobre un detector fotoeléctrico conectado a un pletismógrafo que mide la mínima presión externa necesaria para evitar el enrojecimiento de la piel.

Para una cicatrización efectiva se requiere de una presión de riego de a lo menos 20 mm Hg.^{9,10}

8. Arteriografía.

Esta técnica, se utiliza principalmente para valorar la factibilidad de una reconstrucción vascular, sin embargo, tiene poco valor en la selección del nivel de amputación, puesto que sus datos no se relacionan directamente con la circulación de la piel.^{9,10}

NIVELES DE AMPUTACIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR.

La longitud más adecuada de un muñón es aquella que conserva mejor la comodidad, la función y la estética. Es por esto, que no es posible dar una norma exacta para la longitud de la amputación, puesto que finalmente habrá que adaptarse a las condiciones personales y sociales del individuo. Actualmente se divide la totalidad del hueso en tres tercios para realizar la incisión, siempre en busca del muñón ideal.

Cada nivel de amputación presenta diferentes problemas en relación a la pérdida de la función física, consideraciones para el tratamiento y adaptaciones a la marcha.

❖ Amputación de dedos del pie. (Transfalángica)

Los dedos de los pies son la parte del cuerpo que se extirpa con más frecuencia, más de dos tercios de las amputaciones en diabéticos afecta a los dedos y a la parte anterior del pie.

Amputaciones del hálux o del otros dedo del pie, causa problemas funcionales menores. La longitud de la pierna se mantiene así como también la superficie que soporta el peso para mantener el equilibrio. Sin embargo, la pérdida funcional solo se experimenta en el dedo del pie amputado, los dedos que quedan ayudan a acelerar la pierna desde la posición inicial a la fase de impulsión.

Inicialmente el paciente compensa la pérdida del o de los dedos del pie mediante la reducción de los movimientos de éste. Al mismo tiempo, la flexión de cadera y rodilla de la extremidad amputada aumentan ligeramente. Una vuelta rápida al patrón normal de la marcha se produce usando un zapato con buen soporte y cómodo. Sin embargo, siguen existiendo dificultades para andar de puntillas, correr, saltar y ponerse en cuclillas.

❖ **Amputaciones del Antepié**

Las amputaciones parciales de pie en la parte delantera, parte media o parte posterior ya sea a nivel de metatarso o a nivel de la articulación metatarsiana, dan como resultado la pérdida de la palanca del antepié. Las amputaciones en parte media y posterior de pie no son realizadas con frecuencia, ya que a menudo resultan en deformidades de los pies. Sin embargo la cirugía de medio pie es un nivel de amputación útil, ya que la parte restante del pie proporciona igual longitud de piernas y es funcional para el soporte de peso (sobre la parte del talón). A pesar de esto, hay cuatro funciones necesarias del pie que faltan, particularmente en el muñón corto.

1.- Pérdida de equilibrio: la parte delantera del pie contribuye al equilibrio del cuerpo por su capacidad para realizar inversión y eversión. Cuanto más corta sea la porción restante de los pies, es más difícil tratar de mantener el equilibrio. La práctica habitual de equilibrio en una pierna durante un tiempo prolongado ayuda a sentir el control funcional de la extremidad.

2.- Pérdida de soporte: la ausencia de la parte delantera del pie altera el movimiento, y así la transferencia del peso corporal de la parte trasera a la parte delantera del pie durante la marcha se ve interrumpida. El apoyo medio es prolongado y la pierna permanece extendida para compensar la pérdida de soporte de la parte delantera del pie.

3.- Pérdida propioceptiva: el pie funciona como un órgano sensorial. La pérdida de superficie y de articulaciones de la parte delantera que contienen sensores propioceptivos afecta la retroalimentación que el amputado recibe desde el suelo, por lo tanto hay una pérdida considerable de la propiocepción.

4.- Pérdida de la palanca: las acciones que se realizan desde el talón a la parte delantera del pie actúan como una palanca de soporte, la cual, contribuye fuertemente en la aceleración de la pierna de apoyo en la fase de oscilación empujando con fuerza sobre el suelo. Al verse seccionada una parte del pie esta palanca se altera y ya no es capaz de funcionar como tal.

❖ **Desarticulación de tobillo (Amputación de Syme)**

En este tipo de amputaciones el pie se ha perdido completamente. Se efectúa dejando prácticamente intactas la tibia y la fíbula. Esta desarticulación se realiza 0,6 cm. sobre la superficie articular de la tibia con el astrágalo. Este nivel de amputación permite preservar la tibia y los tejidos que cubrían el talón se

utilizan ahora para cubrir el muñón, esto proporciona una base de sustentación más amplia.

En la desarticulación de tobillo es recurrente realizar una segunda intervención quirúrgica para así mejorar el aspecto muñón distal. Gracias a esto, los contornos quedan menos prominentes, sin embargo, esto reduce el diámetro lateral del hueso, por lo que se sacrifica una cierta superficie de soporte de peso.

Una prótesis compensa la diferencia de longitud de la pierna y la pérdida de todas las funciones del pie. La marcha independiente se puede lograr siempre cuando el muñón esté libre de dolor y exista una correcta alineación de la prótesis con la articulación. Sin embargo, estas amputaciones no permiten lograr una prótesis estética, debido a la dificultad de colocación de elementos articulares de tobillo.

❖ **Amputación Transtibial (Infrapatelar)**

En este tipo de amputaciones el individuo pierde todas las funciones naturales del pie y el tobillo, así como también las características del pie que sirven para soportar el peso. Es la más común para enfermedades vasculares e infecciosas de la extremidad inferior, ya que la estabilización muscular es más efectiva a este nivel y se conserva la articulación de la rodilla. La longitud ideal para amputaciones debajo de la rodilla es de 12 – 15 cm.

En la cirugía propiamente tal se debe tener en cuenta las técnicas reconstructivas para obtener las condiciones fisiológicas óptimas del muñón ideal:

- Preservar una longitud adecuada de la tibia para no perder completamente la palanca.
- Biselar el extremo anterior de la tibia y la fíbula dejarla un poco más corta, esto evita la protrusión de los bordes de los hueso afilados en los tejidos blandos.
- La utilización de un colgajo de tejido posterior para llevar estos tejidos blandos hacia la parte delantera del muñón. Lo anterior permite lograr un mejor uso de la vascularización de los músculos de la pantorrilla que cubren y amortiguan el extremo del hueso, además de esto proporcionan un muñón de forma cilíndrica con una buena cicatriz.
- Los vasos sanguíneos se deben diseccionar cuidadosamente, separando arterias y venas y ligándolas a diferentes alturas.
- Los nervios también se diseccionan de manera que se retraigan, para ubicarlos de forma donde sean más funcionales.
- Realizar estabilización muscular. Esto significa suturar los músculos flexores y extensores juntos. La sección tradicional de los músculos en estas amputaciones produce una rápida atrofia de los mismos, debido a la falta de bombeo activo de la contracción del músculo, produciéndose edema. Para evitar estas complicaciones, los músculos flexores y extensores, incluyendo la musculatura de la fíbula, son suturados juntos y colocados sobre el puente osteoperióstico de la tibia. De esta forma los

músculos llegan a ser mucho más funcionales, mejorando la contractibilidad muscular y evitando la retracción de tejido blando y dan origen a un muñón más sano, fuerte y con mejor circulación.

El muñón está protegido por un entorno muscular que favorece la cicatrización de heridas y contrarresta la inflamación, lo que permite una curación más rápida de la intervención. Aunque por naturaleza el muñón no ha sido diseñado para soportar el peso corporal, se ha preparado quirúrgicamente para que esto sea posible. La cirugía para los individuos amputados a este nivel se basa en el principio de la compresión de los tejidos blandos o “presión tolerante”, mientras que se da alivio a los tejidos duros o sensibles a la presión. Lo anterior se consigue mediante moldeado de la totalidad de la superficie residual, permitiendo el alivio de la cresta tibial restante, la cabeza de la fíbula y su porción distal, así como los tendones isquiotibiales y gastrocnemios, y también, mediante la compresión de las zonas musculares y el tendón patelar. De esta manera el peso se distribuye sobre el área total del muñón.

La respuesta inicial del individuo a la amputación transtibial deber ser transferir el peso a la pierna sana mientras se está de pie, esto resulta gracias al desplazamiento del centro de gravedad sobre el pie de soporte. Como resultado de la adaptación a esta nueva postura, los músculos de la pierna restante deben trabajar más para mantener el equilibrio del cuerpo.

En este tipo de amputaciones es esperable contar con una cicatrización que oscila entre un 80 – 100% en los pacientes. Se emplea con frecuencia cada vez

mayor por la posibilidad de utilizar una prótesis post-operatoria de inmediato. Las ventajas funcionales de esta amputación son: que la prótesis es más funcional para la rehabilitación completa, el paciente puede acostarse e incorporarse con mayor facilidad, se reduce el gasto de energía y el dolor del miembro fantasma.

En general, el amputado transtibial demuestra un patrón de marcha funcional y satisfactoria. En jóvenes, las desviaciones de la marcha son mínimos, por lo que estas personas son caminantes activos e independientes. En amputados de mayor edad, pueden tener una mejor movilidad utilizando solo un único bastón.

❖ **Desarticulación de rodilla**

Los individuos que tienen este nivel de amputación pierden todo los movimientos de la rodilla. El muñón tiene varias características distintivas que permiten andar con relativa facilidad en comparación con los amputados femorales, a pesar de la similitud en la pérdida funcional. Como el fémur se mantiene intacto contribuye a la comodidad del muñón. El equilibrio muscular de los músculos de los muslos se conserva, lo que permite los movimientos coordinados y una buena capacidad propioceptiva del muñón, dando lugar de esta forma a un reajuste más fácil del sentido del equilibrio. A pesar de esto, la coordinación en general se ve disminuida ya que faltan dos sistemas articulares, el de la rodilla y el tobillo.

La longitud del miembro residual y su capacidad para soportar peso proporcionan estabilidad axial de rotación entre el muñón y la prótesis.

El muñón que se logra en esta desarticulación es excelente para soportar presiones, pero tiene muy poco valor protésico dado que no existe espacio para la colocación de los mecanismos de rodilla y nunca puede obtenerse una marcha funcional eficaz ni una buena apariencia estética. No obstante, se practica en ancianos porque produce menos shock, y en los niños porque se mantiene la epífisis ósea y de esta manera el crecimiento no se detiene.

❖ **Amputación Transfemoral (Suprapatelar)**

La pérdida funcional del pie, tobillo y rodilla se intensifica en el muñón de amputación transfemoral. La longitud de este determina la eficiencia de la palanca, la adaptación propioceptiva, la coordinación muscular y el consumo de energía.

Este tipo de amputación, generalmente se practica en la unión del tercio medio y superior. La longitud ideal de esta clase de muñones se considera de 25 a 30 cm. desde el trocánter mayor, no olvidándonos de que la pérdida de cada cm. de fémur, nos lleva a una disminución o alteración del equilibrio muscular. En esta intervención se mantienen los abductores que se insertan en el trocánter mayor, desplazando a los aductores que pierden su inserción distal, por lo que el muñón suele colocarse en abducción dando origen a una marcha débil e inefectiva.

El entrenamiento de la marcha se hace complicado porque el amputado debe aprender a equilibrarse sobre la prótesis, además de trabajar con una rodilla artificial realizando flexión de cadera y extensión de tronco. Una queja común, es que la prótesis se siente muy pesada, particularmente en los individuos con muñones muy cortos. El peso de la pierna restante no se siente a pesar de que es bastante más pesada que la prótesis. La sensación de peso excesivo puede reducirse bastante, controlando la suspensión pélvica.

La preparación para la marcha incluye:

- Ejercicios en el muñón, con énfasis en la función individual de este, para así lograr una mejor acomodación a la prótesis.
- Ejercicios de equilibrio, que le proporcionan al individuo amputado una idea en los cambios de movimiento.
- Intensificar la práctica que le permite al amputado aprender a activar la prótesis.

La marcha en general parece rígida, ya que se encuentra reducida la rotación axial de la fíbula con la tibia en relación con el pie que falta y la rotación axial del fémur. Para lograr la estabilidad postural, el individuo tiene que pararse con la rodilla protésica totalmente extendida, esto significa que la extensión de cadera debe ser un poco más larga y marcada en el lado del miembro residual que en el lado sano.

La mayoría de los amputados más jóvenes, así como también las amputaciones mayores cuyas intervenciones traumáticas se realizaron en la

juventud, son caminantes independientes y seguros. Sin embargo, cada uno de ellos se adapta a la prótesis pero con desviaciones de la marcha moderadas. Estas últimas pueden ser causadas por:

- El ajuste del cuerpo al desequilibrio postural
- La adaptación al peso de la prótesis
- Reacción a las fuerzas que afectan a la marcha (fuerza muscular, carga de peso, fuerzas de reacción del suelo), que dan lugar a un mayor gasto de energía que es necesario para mantener el equilibrio del cuerpo.

En los amputados de edad avanzada, en particular los individuos con patologías vasculares, se pueden ver reducidos los rangos articulares y los patrones de la marcha se hacen considerablemente más lentos. Se les permite que caminen con apoyo a una velocidad cómoda para ellos, ya que de esta forma su cuerpo es capaz de adaptar su sistema locomotor a la manera más eficiente del uso de energía.

❖ **Desarticulación de cadera.**

Estos niveles de amputación presentan mayores problemas ya que todas las funciones del pie, tobillo, rodilla y articulaciones de la cadera, junto con todas las rotaciones de pierna axiales y superficies disponibles para soportar cargas, están ausentes. Una desarticulación de cadera priva al paciente de un muñón con el que pueda activar la prótesis.

La mayor causa de estas desarticulaciones son neoplasias malignas, preferentemente en personas jóvenes.

Cualquier edema que se pueda presentar debe ser reducido para asegurar un ajuste íntimo con la prótesis. El movimiento de esta se comienza a trabajar en primera instancia con actividades de la pierna sana, movimientos del tronco, ejercicios de inclinación pélvica y ejercicios de brazos. Si la alineación de la prótesis es correcta, la marcha puede ser estable y correcta aunque al mismo tiempo, arrítmica y lenta. Se requieren movimientos de oscilación pélvicos para activar la prótesis, lo que resulta muy agotador. A menudo estos amputados, prefieren caminar sin prótesis, usando un par de muletas ya que la movilidad con éstas se hace menos engorrosa, la velocidad de marcha es más rápida y el individuo siente menos restricciones al caminar.

Finalmente, podemos decir que los diferentes niveles de amputación unilateral, pueden presentar diferentes problemas funcionales para el individuo. Las características únicas de cada nivel son las que orientan para realizar una terapia física en respuesta a esos requisitos específicos. Básicamente se puede afirmar que mientras más corta la longitud del muñón se produce:

- Un sistema de palancas reducido.
- Una mayor pérdida de peso unilateral.
- Una perturbación del equilibrio más pronunciada.
- Un aumento en el peso de la prótesis.

- Un ajuste protésico más complicado.
- Un mayor número de problemas de desviaciones de la marcha.

Estas consideraciones mencionadas se intensificarán si la amputación se realiza bilateralmente.^{1, 3, 9, 10}

CAMBIOS POST-OPERATORIOS DEL MIEMBRO

AMPUTADO.

Cambios físicos normales.

Se produce un encogimiento gradual del muñón durante el período de algunas semanas y se imposibilita la adaptación inicial a una prótesis de contacto local. En general transcurren entre cuatro a seis meses, antes de que el muñón alcance su forma definitiva. Generalmente, la piel se adapta a la forma del muñón y se va adaptando a su forma.

Los músculos se atrofian en particular sobre el área del muñón y disminuyen considerablemente de volumen.

Los nervios que se han retraído desde el borde del muñón se degeneran, y las vainas de mielina de los axones se desintegran. Más adelante se produce un desarrollo de nuevos axones que crecen a nivel del extremo seccionado del nervio y forman un neuroma, que constituye una secuela inevitable de toda amputación.

El hueso sufre una retracción progresiva a lo largo de los meses, con una osteoporosis radiológica resultante, es decir, una disminución de la densidad ósea. La cortical del hueso se adelgaza y la medular ensancha, de modo que el hueso se debilita y es mucho más fácil que este se fracture. En un principio se produce una hemorragia procedente del hueso que forma un hematoma que se convierte gradualmente en tejido fibroso que sella de forma efectiva el extremo óseo, más tarde puede convertirse tanto en tejido como en hueso. El grado de osteoporosis de

la que hablamos, viene determinada por varios factores, siendo el más importante de todos, el uso que se le da al muñón después de la intervención quirúrgica. La osteoporosis es considerablemente más severa si no se usa un miembro artificial.

- a. **Piel:** estructura más importante, ya que será la que formará la cubierta cutánea del muñón resultante. Sirve para cerrar la herida y es capaz de soportar presiones al momento de usar una prótesis. Esta piel al momento de la intervención quirúrgica debe quedar sin tensión y debe ser deslizante a los planos profundos.

Inmediatamente en el post-operatorio, se produce una reducción gradual del tamaño del muñón, durante un período de tiempo de cuatro a seis meses, donde adquiere su forma definitiva. Lo anterior, imposibilita la adaptación inicial con una prótesis de contacto local.

La piel generalmente toma la forma del muñón, es decir se adapta a él, y se encoge a medida que disminuye su tamaño. Al mismo tiempo que se hacen visibles estos cambios en la piel, se irán produciendo alteraciones en todos los tejidos que conforman el muñón. La grasa subcutánea disminuye y se dispersa gradualmente, provocando una pérdida del volumen muscular.

- b. **Músculo:** después de la intervención existe un desequilibrio muscular, por lo que es inevitable que se produzca cierta atrofia y pérdida del volumen

del muñón después de la amputación, ya que la musculatura del miembro residual se encuentra muy dañada luego de ésta. La mayor parte de la pérdida de volumen se debe a la pérdida de grasa subcutánea donde se realizó la intervención. Esto puede disminuir mediante la sutura de grupos musculares opuestos sobre el extremo del muñón, pero a pesar de esta opción, suele ocurrir pérdida de volumen hasta el punto que impide la adaptación definitiva de una prótesis durante algunos meses y pueden requerir varios cambios de encaje durante el primer año de uso.

Las contracturas musculares después de una amputación constituye uno de los cambios más complicados. Se observan preferentemente en amputaciones altas por encima de la rodilla, donde la acción sin oposición de los flexores de rodilla hacen aún más difícil contener una prótesis. El riesgo de estas contracturas puede minimizarse mediante una adecuada técnica quirúrgica y un adecuado tratamiento post-operatorio.

Además de lo anterior, después de la amputación, las fibras musculares han sido acortadas en su longitud, por lo tanto, su capacidad contráctil se encuentra muy disminuida.

Los músculos bi-articulares que fueron intervenidos tendrán una funcionalidad que dependerá del tipo de inserción distal que le ofrezca la técnica quirúrgica, al contrario de los músculos mono-articulares que tendrán su función conservada.

- c. **Vasos sanguíneos:** después de la amputación hay una disminución de la irrigación sanguínea de la extremidad residual. Puede haber cierta dilatación venosa y congestión, descendiendo la temperatura de la piel. Estos cambios son principalmente fisiológicos, pero son aún más marcados cuando no se utiliza una prótesis. En algunos casos la persistencia de la cianosis y frialdad del muñón parecen causar cierta angustia en el paciente, ya que sin razón culpan al frío y a la cianosis de su incapacidad para el uso de una prótesis permanente.

En el muñón pueden aparecer callosidades similares a las venas varicosas, que pueden agravarse por la ausencia del músculo normal y el efecto constrictor de la zona proximal de la prótesis, afectando la postura de esta última. Lo anterior se puede controlar usando una media elástica, pero en ocasiones resulta necesario realizar nuevamente un tratamiento quirúrgico

- d. **Nervios:** la formación de un neuroma es inevitable, los numerosos intentos para prevenir su aparición parecen inevitables.

El tamaño de los neuomas puede ser considerable, excediendo el de una pelota de golf, son sometidos a presión o tracción reiteradamente pero son indudablemente dolorosos. Por esto, en cada amputación, hay que procurar accionar los nervios lejos del extremo del muñón, de manera que el neuroma no se esté expuesto a presión durante el uso del miembro

artificial y se encuentre alejado de la zona donde pudiera adherirse a la piel o al hueso. Si lo anterior ocurre, es necesario explorar el nervio y reseca el neuroma mediante la sección del nervio a un nivel más alto.

- e. **Hueso:** es inevitable que no se presente algún grado de osteoporosis, que será siempre más marcada en aquellos pacientes que no utilizan una prótesis en el miembro residual. A pesar de no ser de gran importancia, da lugar a un debilitamiento de la arquitectura del hueso, es decir, a un incremento del riesgo de fractura. Las fracturas por caídas, por lo general al utilizar la prótesis, no son raras, y afectan casi siempre al cuello o al extremo superior de la diáfisis femoral.

El grado de crecimiento de la sección amputada varía mucho, pero normalmente no es suficiente para dar síntomas, sin embargo, la formación de una prominencia puede ser excesiva y basta para causar presión sobre la piel, dolores y dificultades para el uso de prótesis. En el caso anterior, la prominencia debe researse, pero una cuidadosa retirada de periostio y polvo de hueso durante la operación inicial hace que sea poco probable la formación de éstas. El tratamiento viene determinado por el grado de desplazamiento, si éste es pronunciado y provoca una unión defectuosa, sumado a los problemas de utilización y alineación de la prótesis, se debe corregir la posición y estabilizar mediante medios quirúrgicos.

El crecimiento acentuado en los niños constituye un problema, ya que pueden formar una prominencia por el crecimiento de una especie de

espinas finas y largas del hueso, tensando dolorosamente la piel. Es más frecuente en la fíbula y en el húmero y menos frecuente en otros huesos. El tratamiento para esto, consiste en la remoción de esta prominencia conservando la mayor cantidad de piel posible, y lo más probable, es que este procedimiento tenga que repetirse durante los dos años siguientes de crecimiento del niño.

f. Edema: la extravasación dentro de los tejidos constituye una parte normal del proceso de cambios post-operatorios, siendo más importante en el área de la cicatrización, y no puede ser prevenida. Cuando no se toman medidas inmediatas para limitar el edema, éste se hace excesivo y contribuye a dos factores del proceso: aumenta el dolor y al retraso de la cicatrización.

g. Muñones dolorosos: representan uno de los problemas más preocupantes en las amputaciones.

Los pacientes que sufren de esto, describen el dolor en forma dramática, dicen que es punzante, estrangulador, como agujas, o en algunos casos como cuchillos en el extremo del muñón, pudiendo variar su intensidad. Puede ser aún más agudo con el uso de la prótesis y solo se puede obtener alivio dejando de usarla en el momento. Con menos frecuencia también puede ser doloroso en reposo y particularmente en la cama por la noche. En algunos pacientes se acompaña de agitación y contracción del muñón. Por lo general, se descubren estas anomalías al

examen físico, en ocasiones puede ser muy sensible al tacto, sin embargo esta sensibilidad dolorosa, es difusa y generalmente mal localizada.

La causa exacta de padecer este muñón doloroso, aún sigue en estudio.

- h. Cicatrización del muñón:** la herida de una amputación es como cualquier otra herida quirúrgica importante, y cicatriza mediante el mismo proceso, difiriendo un poco en que la amputación ocupa una porción terminal de una extremidad.

La herida presenta tumefacción y se edematiza durante los primeros días que siguen de la operación, si la cirugía sanguínea es inadecuada puede no producirse la cicatrización, o bien, puede retardarse. De forma parecida, la presencia de una infección puede contribuir aún más al edema y tensión, y al incrementar la tasa metabólica local, puede dar lugar a una necrosis tisular a causa de un suministro inadecuado de sangre. Para tratar este edema, se puede hacer uso de vendajes.

La cicatriz no debe ser irregular ni estar adherida a los planos profundos del miembro amputado, pero esto, solo se puede lograr si la técnica quirúrgica utilizada es limpia, cuidadosa y de cortes nítidos.

Por todos los cambios mencionados anteriormente, es de gran importancia, informar al paciente de todos y cada uno de estos cambios que

sufrirá luego de la intervención, ya que todos ellos se pueden asociar al componente psicológico, ya que esta muchas veces se resume en una menor adherencia al tratamiento, lo que puede retardar aún más el proceso de rehabilitación.^{3,5,9}

COMPLICACIONES DE LAS AMPUTACIONES.

Son varias las complicaciones que pueden afectar al paciente en el proceso de una amputación, las cuales, en la mayoría de las veces se consideran dentro de lo normal, ya que este tipo de intervenciones en sí no son fáciles ni para el paciente, ni para el profesional de la salud tratante como responsable del resultado de ella. La operación de amputación posee complicaciones comunes como las de cualquier cirugía: shock, hemorragia, sepsis, etc. Los cuales deben tener los cuidados comunes, teniendo especial cuidado con el peligro de realizar la amputación antes de que el shock sea tratado adecuadamente.¹

Las complicaciones en las amputaciones pueden deberse a dos factores:

1. Factores Generales: dentro los cuales encontramos la edad, la nutrición o una enfermedad interrecurrente del paciente.
2. Factores Locales:
 - Relacionados a una mala técnica quirúrgica: desprendimientos de suturas y retracción del músculo a causa de una gran tensión del mismo; un drenaje quirúrgico inapropiado que provoca una hemorragia y forma un hematoma que dificulta la rápida cicatrización de la herida.
 - Relacionados con la etiología: por ejemplo en las amputaciones por enfermedad vascular, donde la mínima perfusión sanguínea puede llegar a producir una necrosis,

mientras la piel sigue presentando un aspecto normal, siendo la presencia de edema y dolor, los signos de aviso.

- Relacionados con la infección: esto constituye un problema grave en una herida terminal, cuya abertura puede provocar una retracción de las partes blandas, donde se hace necesaria una segunda intervención quirúrgica, es decir, una re-amputación.

Ahora, en términos más generales se mencionan las complicaciones de una amputación, de acuerdo al grado de efecto resultante de la cirugía, como del estado biosicológico del paciente después de la amputación.

Falta de cicatrización: un muñón que no cicatriza, ya sea por una patología asociada o por la aplicación errónea de la técnica quirúrgica, generalmente suele requerir una re-amputación a un nivel más alto.

Este tipo de complicación, se puede llegar a presentar hasta en un 30% de los casos de amputación.

En pacientes que padecen diabetes, esto cambia ya que los diabéticos tienen de por sí, una mayor susceptibilidad de contraer infecciones por distintos factores, lo que configura un mal terreno para la cirugía. Además, la restauración de las heridas profundas que requieren la síntesis de tejido colágeno, está frecuentemente retardada.

Es por esto, que todos los factores mencionados anteriormente, determinan que la cirugía del paciente diabético sea aún más complicada que la intervención de un paciente sin patología de este tipo asociada, y requiere un control estricto y un manejo terapéutico habitual y definitivo. Otros estudios indican que los pacientes con valores sobre 13g/dL de hemoglobina, poseen una cicatrización menos adecuada que aquellos pacientes con valores menores al mencionado, por lo que los médicos sugieren una hemodilución isovolumétrica, en aquellos pacientes que presenten tejidos al límite de la isquemia.³

Hematoma: esta es una de las complicaciones post-operatorias más recurrentes. Un hematoma puede demorar la cicatrización de la herida y servir de medio de cultivo de un sinnúmero de infecciones. Para eliminarlos, se debe aspirar cualquier hematoma que se forme en el muñón y aplicar una buena compresión sobre el área afectada.³

Infección: la frecuencia de infección en pacientes amputados es de un 15% y más alta cuando existe una sepsis distal al momento de la intervención.

Las infecciones más frecuentes en las amputaciones se dan por

vasculopatías periféricas, sobretodo en pacientes que sufren de pie diabético, de lo contrario, las infecciones no debieran ser más importantes que las que se producen en otro tipo de operaciones. Todo absceso que nazca de éstas infecciones se debe drenar adecuadamente, aunque esto implique retirar muchas de las suturas antes puestas.

Las infecciones más severas pueden causar a veces una ruptura completa de la herida y pueden llegar a requerir, incluso una nueva amputación a un nivel más proximal. El índice de infección del muñón disminuye con una amputación en guillotina (o provisional) anterior, sumada a un tratamiento antibiótico.³

Necrosis: se pueden producir dos tipos de necrosis:

- Una necrosis menor de los nervios cutáneos es factible de paliarla con un tratamiento conservador, pero aún así, la cicatrización se puede ver retardada.

- Una necrosis más severa, que indica que la circulación es insuficiente en el nivel que se realizó la amputación, y hay que recurrir a una re-amputación inmediata.³

Tromboembolia: los amputados tienen un mayor riesgo de sufrir trombosis venosas y pulmonares, con una incidencia de un 15% y 20% respectivamente en el proceso post-operatorio.

Por las siguientes causas:

- El largo período de inmovilización previo a la amputación, por el tratamiento primario de la enfermedad
- El estancamiento sanguíneo producido por el compromiso de grandes venas en la operación, lo cual predispone la aparición de trombosis

Como consideración especial, se menciona que si no se utilizan técnicas de ajuste inmediato de prótesis después de la operación, hay un periodo mayor de inactividad, que aumenta el riesgo de tromboembolia.³

Neuroma: en la mayoría de las amputaciones se forma un neuroma en el extremo del nervio seccionado. Todo dolor secundario asociado a éste, obedece a la tracción que sufre el nervio al estar adherido al neuroma por tejido cicatrizal.

Generalmente, los neuromas dolorosos se pueden prevenir seccionando de una manera limpia los nervios en un nivel más proximal, y permitiendo que se retraigan bien por encima del extremo del muñón, permitiendo así, que descansen en partes blandas normales.

El dolor provocado por un neuroma se puede manejar mediante modificaciones apropiadas de la prótesis, para evitar de esta manera, la presión y tracción sobre la lesión. Cuando el tratamiento convencional no funciona, hay que extirpar el neuroma y seccionar el nervio en un nivel más proximal.³

Contracturas: la contractura más habitual es la que se produce en flexión de rodilla o cadera, y puede ocurrir rápidamente si el miembro distal causa un dolor constante, ya que es natural llevar la extremidad hacia arriba en flexión. Las contracturas se pueden prevenir de la siguiente manera: colgando el muñón en la posición adecuada y realizando ejercicios para fortalecer la musculatura y movilizar las articulaciones. En términos generales, toda contractura leve o moderada se trata mediante la posición adecuada del muñón, una suave elongación pasiva de la articulación y ejercicios de fortalecimiento. Las contracturas severas, pueden requerir un tratamiento con yeso o una liberación quirúrgica de las extremidades que se encuentran contracturadas.³.

Sensación fantasma: la sensación fantasma es un fenómeno normal después de la amputación de un miembro, encontrándose en más del

50%, pudiendo llegar al 80% de los pacientes. En palabras simples se define como: “la sensación de la presencia de la parte amputada”, el paciente experimenta las sensaciones como si proviniera de un miembro intacto que ahora está ausente. Lo anterior se puede acompañar de un hormigueo que no es definido como desagradable.³

Un miembro es una parte integral del cuerpo que bombardea continuamente a la corteza sensitiva estímulos táctiles, propioceptivos y en ocasiones dolorosos, que se recuerdan en gran medida de forma subconsciente como parte integral de la imagen corporal. Después de la amputación estas percepciones recordadas producen la sensación fantasma.³

Al principio la sensación fantasma puede ser tan engañosa que el paciente puede intentar rascarse el mentón con una mano ausente o caminar con una pierna que no tiene. Con el paso del tiempo esta sensación tiende a disminuir, pero en ocasiones puede persistir durante décadas.³

Es importante ser capaz de diferenciar la sensación fantasma del dolor fantasma. Si la sensación del miembro amputado es dolorosa y desagradable, con parestesias, se denomina dolor fantasma. La sensación fantasma en cambio, suele aparecer y se debe esperar, mientras que el dolor no.³

Como se mencionó anteriormente, la gran mayoría de los amputados presentan sensaciones fantasma, pero se excluyen de este

grupo los niños pequeños y los que sufren algún tipo de daño encefálico. A algunos pacientes la sensación fantasma los ayuda a aprender de una manera más rápida y efectiva la utilización de la prótesis. Los miembros que antes de la intervención se encontraban anestesiados no tendrán esta complicación, puesto que dejaron de sentir el miembro mucho antes de la amputación.³

Dolor: por lo general, los dolores no aparecen enseguida después de la operación, sino que se manifiestan días, semanas, meses o hasta años después, teniendo un comienzo espontáneo y pudiendo llegar a ser crónico o intermitente y de intensidad variada. De acuerdo a sus características, puede aparecer la imagen dolorosa del miembro ausente (dolor fantasma). Principalmente, se trata de un fenómeno fisiológico producido por la excitación de las fibras sensitivas del neuroma por estímulos periféricos como: contracciones musculares, modificaciones circulatorias, movimientos del muñón, entre otros. El paciente amputado tiene la sensación de que aún conserva todo el miembro, con su posición y movimientos normales, aunque también, en algunas ocasiones lo percibe acortado, en malas posiciones y a veces con más potencia que el miembro residual.³

El dolor puede aparecer referido a la parte ausente o como dolor que nace a partir del muñón, además de esto se puede presentar dolor en

cualquier otra área que interfiera con el uso de la prótesis.

Se debe considerar también el dolor de las unidades biomecánicas (músculos, tendones, ligamentos). Éste tipo de dolor se deben a las anomalías biomecánicas que se desarrollan de forma secundaria a la mecánica de la marcha con una prótesis. La marcha errada debe ser evaluada para constatar si se debe a la prótesis propiamente tal, a un entrenamiento incorrecto o a algún otro problema que aqueje al paciente.

A pesar de que se ha investigado bastante acerca de la causa del dolor fantasma, aún no se ha llegado a una conclusión fidedigna. La explicación más probable, compatible con los recientes estudios, las teorías del dolor, la estructura y función del sistema nervioso central, relaciona el dolor fantasma con la pérdida de influencias inhibitorias iniciada a través de impulsos aferentes del miembro y sus conexiones centrales adecuadas.

El dolor fantasma parece ser aliviado de manera eficaz realizando ejercicio bilateral simultáneo del miembro normal contralateral asociado con el miembro fantasma. En ocasiones la estimulación eléctrica del muñón colabora con el ejercicio voluntario y también a paliar el dolor, al igual que la continua aplicación de masajes en el miembro residual.^{3,9}

De igual forma pero con menor intensidad se pueden encontrar:

- Úlceras.
- Hiperestesias del muñón.
- Degeneración del muñón.
- Apertura de la herida quirúrgica.³

BIOFEEDBACK

Es simplemente un tipo de retroalimentación proveniente de las distintas partes de nuestro organismo, tales como: cerebro, corazón, sistema circulatorio, músculos, etc.

El entrenamiento con biofeedback es una técnica que nos permite sintonizar las funciones del organismo y lograr controlarlas a través del aprendizaje.

Dicho entrenamiento es realizado de tal manera que la retroalimentación que recibe el paciente es proporcionada por la conexión de este a un equipo de amplificación de una o varias señales de su cuerpo, las cuales están traducidas en señales que son fácilmente percibidas, ya sean de manera “visual” o “auditiva”.

La “bio-información” es la técnica para utilizar un equipo, con el objetivo de dar a conocer al individuo, algunos de los fenómenos fisiológicos normales y anormales, en forma de señales visuales y/o auditivas, y para enseñarles a controlar dichos fenómenos, que de otra manera serían involuntarios.

Esta técnica es utilizada en diversas áreas de los campos de la medicina y la psicología; la retroalimentación es usada para tratar trastornos cardiovasculares, respiratorios, neuromusculares, gastrointestinales, circulatorios, como también enfermedades psicósomáticas y en el tratamiento del estrés. En el ámbito de la psicología, se utiliza el biofeedback para el tratamiento de fobias, neurosis, depresión, ansiedad, angustia e insomnio.

La técnica de miofeedback (muscular) es una potente herramienta para la fisioterapia, ya que la importancia de esta técnica es que nos permite romper las barreras de las funciones biológicas consideradas neurovegetativas o no controlables por la actividad voluntaria.

Las aplicaciones del miofeedback son las siguientes:

- Tratamiento de parálisis parciales
- Tratamiento de parálisis centrales (hipertonías, espasticidad)
- Tratamiento de incontinencia
- Entrenamiento de amputados para prótesis mioeléctricas
- Perfeccionamiento de los movimientos
- Fortalecimiento de los músculos atroficos y no integrados en su cadena sinérgica
- Potenciación muscular
- Elongación muscular
- Propiocepción y restablecimiento de funciones neuromusculares perdidas (comparado con el lado sano)
- Entrenamiento de la marcha y gestos
- Control postural
- Relajación de contracturas musculares
- Disminución del dolor en entesitis, tendinitis o mialgias
- Disminución del dolor y relajación en lumbalgias⁶

REVISIÓN DE LA LITERATURA

La búsqueda de la información se llevó a cabo en diversas fuentes de búsqueda, utilizando diversos recursos:

- ❖ Recursos Humanos
- ❖ Biblioteca
- ❖ Internet
- ❖ Bases de Datos

RECURSOS HUMANOS

Se solicitó entrevistas a profesionales que poseen gran dominio en los temas tratados, en diversos centros de rehabilitación de la ciudad de Temuco. Se hizo reuniones con la Sra. María José Guzmán, kinesióloga del Instituto de Rehabilitación Infantil, Teletón, quien realizó un curso de Amputados en la ciudad de Santiago, también se realizó una reunión con el kinesiólogo del Centro de Diagnóstico y Tratamiento (CDT) del Hospital Hernán Henríquez Aravena de Temuco, el Sr. Benedicto Pino, quien trata pacientes amputados y además posee gran conocimiento sobre la terapia con Biofeedback. Por último, se realizó una visita a la Asociación Chilena de Seguridad Temuco, concretando una reunión con los kinesiólogos y docentes de la Universidad de la Frontera, el Sr Ricardo Solano y la Srta. Jacqueline Inostroza.

BUSQUEDA EN BIBLIOTECA

Se realizó un análisis en la revista Journal Orthopaedic and Sports Physical Therapy, en el cual, la búsqueda fue realizada en la biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad de la Frontera. Por otro lado, en dicha biblioteca, se revisaron textos relacionados con el tema en estudio.

BUSQUEDA EN INTERNET

Dicha búsqueda se realizó a través del buscador GOOGLE, en donde se utilizaron las siguientes palabras claves: amputación, amputación de miembro inferior, amputación transfemoral, biofeedback terapia, biofeedback tratamiento.

BUSQUEDA EN BASE DE DATOS

- Tema de búsqueda: *Terapia Biofeedback aplicada en pacientes amputados de miembro inferior*

Nuestra búsqueda de información comenzó a través de bases de datos. La primera base de datos consultada fue la de Medline a través de Pubmed en la página: www.pubmed.com.

Comenzamos nuestra búsqueda introduciendo los términos “Biofeedback Therapy” y “Low Limb Amputation” al sistema MeSH (Medical Subject Headings), no encontrándose términos relacionados por lo que posteriormente se procedió a una búsqueda a través de la utilización de términos libres.

Se introdujeron los términos libre:

- ✓ Low Limb amputation: se obtuvieron 650 resultados.
- ✓ Biofeedback Therapy: se obtuvieron 5260 resultados.
- ✓ Biofeedback Amputation: se obtuvieron 34 resultados.
- ✓ pre prosthetic training: se obtuvieron 27 resultados.
- ✓ shape stump treatment: se obtuvieron 43 resultados.

No se encontraron artículos relacionados que abarcaran los 2 temas en cuestión (biofeedback, amputados unilaterales de miembro inferior a nivel suprapatelar para mejorar la forma del muñon).

Posteriormente intentamos ampliar nuestros recursos obtenidos buscando en otras bases de datos tales como:

- Sciencedirect
- Scielo
- Cochrane plus
- LILACS

Sin obtener nuevos resultados.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la efectividad del tratamiento con Biofeedback aplicado sobre el miembro residual para mejorar la funcionalidad del muñón en un menor tiempo en pacientes con una amputación supra-patelar unilateral entre 35 y 70 años de edad atendidos en los servicios de salud públicos de la novena región?

OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad del Biofeedback aplicado sobre el miembro residual para mejorar la funcionalidad del muñón en un menor tiempo en pacientes amputados supra-patelar unilateral entre 35 y 70 años atendidos en la novena región de la Araucanía.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la efectividad del Biofeedback para aumentar la fuerza muscular del miembro residual en amputados de miembro inferior a nivel supra-patelar.
- Determinar la efectividad del Biofeedback para disminuir tiempo de la etapa pre-protésica en pacientes amputados.
- Determinar la efectividad del Biofeedback para adecuar la forma del muñón, siendo esta óptima para la prótesis definitiva
- Determinar la efectividad del Biofeedback para disminuir el edema del miembro residual

FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las personas con una amputación, ya sean en sus miembros inferiores o superiores, sufren consecuencias crónicas en su calidad de vida, las cuales incluyen la pérdida de capacidad funcional, además de problemas laborales y económicos. Es por esto que la rehabilitación en estos pacientes ha de permitir la prevención y tratamiento de dichos trastornos para mejorar su calidad de vida y adherencia a los tratamientos médicos.²⁴

Existe una variada diversidad de causas que conllevan a la amputación, como lo son los accidentes (laborales, tránsito, domésticos), enfermedades (vascular, cáncer, infecciones), malformaciones congénitas, siendo estas, las tres grandes categorías.²⁴

La proporción de amputaciones traumáticas, aumenta con el grado de desarrollo económico, debido al incremento de los accidentes de todo tipo.²⁴

La tendencia de la amputación aumentaría considerablemente en relación a los grupos étnicos como nativos americanos, mexicanos-americanos, afroamericanos e hispanicos, llegando a triplicar el riesgo de amputaciones menores y mayores. Influye también el nivel socioeconómico, ya que el bajo nivel educacional lleva a subestimar y no aplicar medidas de cuidado de los pies.

Como factores de riesgo de la amputación, se han establecido el sexo masculino, la edad sobre los 60 años, el pobre control metabólico, el tiempo de evolución de diversas enfermedades (vasculares principalmente), presencia de

ulceras, tabaquismo, entre otro. Además existen altas tasas de mortalidad llegando a los 68% pasados los 5 años de la primera amputación.⁷

Dentro de las amputaciones mayores encontramos que estas abarcan el 34% de los amputados de miembro inferior; un 17% posee una amputación infra-patelar y el otro 17% posee una amputación supracondílea.⁷

En nuestro país, en la novena región de la Araucanía, el 32% de la población sufre de deficiencias físicas, dentro de las cuales se encuentran las amputaciones, lo cual equivale a una cantidad de 83730 personas según el Informe Ejecutivo de la IX región de la Araucanía, entregado tras realizado el primer estudio nacional de discapacidad en Chile, ENDISC el año 2004.²⁶

Es por este motivo que el rol del kinesiólogo en el proceso de rehabilitación de pacientes amputados de miembro inferior es indispensable, gracias a sus amplia gama de conocimientos en diversas terapias, tanto manuales/convencionales como en la utilización de electroterapia, las cuales son complementarias para obtener óptimos resultados en el avance de la rehabilitación.

Este estudio cuenta con los requerimientos necesarios para poder determinar la efectividad del biofeedback como terapia eléctrica para aumentar la eficiencia del trabajo kinésico convencional en el proceso de rehabilitación de pacientes amputados unilaterales, supra-condíleos, mejorando las expectativas de una rápida rehabilitación.

Dicha investigación se lleva a cabo de acuerdo al objetivo principal, y siguiendo los objetivos específicos para poder llevar a cabo el estudio.

Este estudio se realizará en 4 centros asistenciales de la IX región, ubicados en las ciudades de Temuco, Angol, Victoria y Nueva Imperial, los cuales serán implementados con *biofeedback*”, obteniendo con anterioridad, el permiso necesario para poder implementar y aplicar dicha investigación.

Realizaremos una división de la muestra a estudiar en dos grupos (un de intervención y uno de control), donde todos los pacientes recibirán atención kinésica convencional y solo un grupo recibirá electroterapia.

El costo de este estudio no será elevado, en comparación al tratamiento convencional, ya que la atención con electroterapia será impartida en las 4 instituciones de la región, implementadas anteriormente con *biofeedback*, y será necesario derivar a los pacientes que residan en los alrededores de las ciudades mencionadas, a los centros asistenciales determinados que se acerquen más a su localidad, por lo que su transporte será cancelado debidamente.

Estos puntos hacen que nuestro estudio se factible.

La terapia con *biofeedback* es aceptada para la rehabilitación de pacientes amputados, no teniendo contraindicaciones con este tipo de pacientes. El motivo de este estudio es verificar la efectividad del *biofeedback*, ya que no existen estudios que combinen un tratamiento convencional con este tipo de electroterapia para la rehabilitación de pacientes amputados de miembro inferior.

Los beneficios superan los riesgos, ya que ningún paciente dejará de recibir el tratamiento kinésico adecuado de acuerdo a sus necesidades de rehabilitación, ya que estudiaremos el *biofeedback* como una técnica complementaria a la ya utilizada actualmente. La carta de consentimiento informado y el consentimiento en sí, le entrega al usuario toda la información acerca de la intervención, los derechos que posee y el seguro de respaldo que tendrá en caso de alguna complicación.

La elección del tipo de pacientes a tratar fue realizada de acuerdo a las complicaciones que estos poseen en la rehabilitación por tener una amputación más alta que las comunes. El rango etario fue seleccionado de acuerdo a la incidencia encontrada en la literatura, según: edad laboral activa e incidencia de enfermedades (vasculares, infecciosas, cáncer, etc.), aspectos que son factores de riesgo para una amputación.

Finalmente, el motivo de nuestro estudio es el encontrar nuevas alternativas y opciones que mejoren y aumenten el proceso de rehabilitación de las personas amputadas, para que así vuelvan lo antes posible a las actividades de la vida diaria. Esperamos poder lograr beneficiar, también, a todos los profesionales que están incluidos en la rehabilitación, pudiendo influir en avances tanto físicos como psicológicos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio que se seleccionó para realizar este estudio fue un “Ensayo Clínico”. Este tipo estudio es un diseño experimental planificado para verificar la efectividad del biofeedback, a través de la comparación de los datos obtenidos de dos grupos de personas, donde aleatoriamente un grupo recibe el tratamiento experimental y el otro grupo recibe un tratamiento de control, ambos grupos tomados, tratados y seguidos durante un igual periodo de tiempo.

El tipo de planteamiento nos ayuda a revisar las influencias de distintas variables confundentes como de otros predictores que podrían cambiar la interpretación de los resultados finales, esto podría proporcionar con mayor fuerza la inferencia de causalidad. Es decir, se podría acordar mejor si existen diferencias en los efectos de la aplicación de biofeedback, en la comparación de los resultados observados en los individuos que se agrupan en dichas dos distribuciones.

Es estudio se centra en la comparación de los dos grupos mencionados anteriormente (diseño entre grupos), en donde se evalúan cada uno por separado, antes y después de la intervención, y luego de la comparación se verifican las diferencias en los resultados (magnitud del efecto).

Para evitar los sesgos en el estudio, se mantendrá en el anonimato al evaluador, a los terapeutas y al estadístico

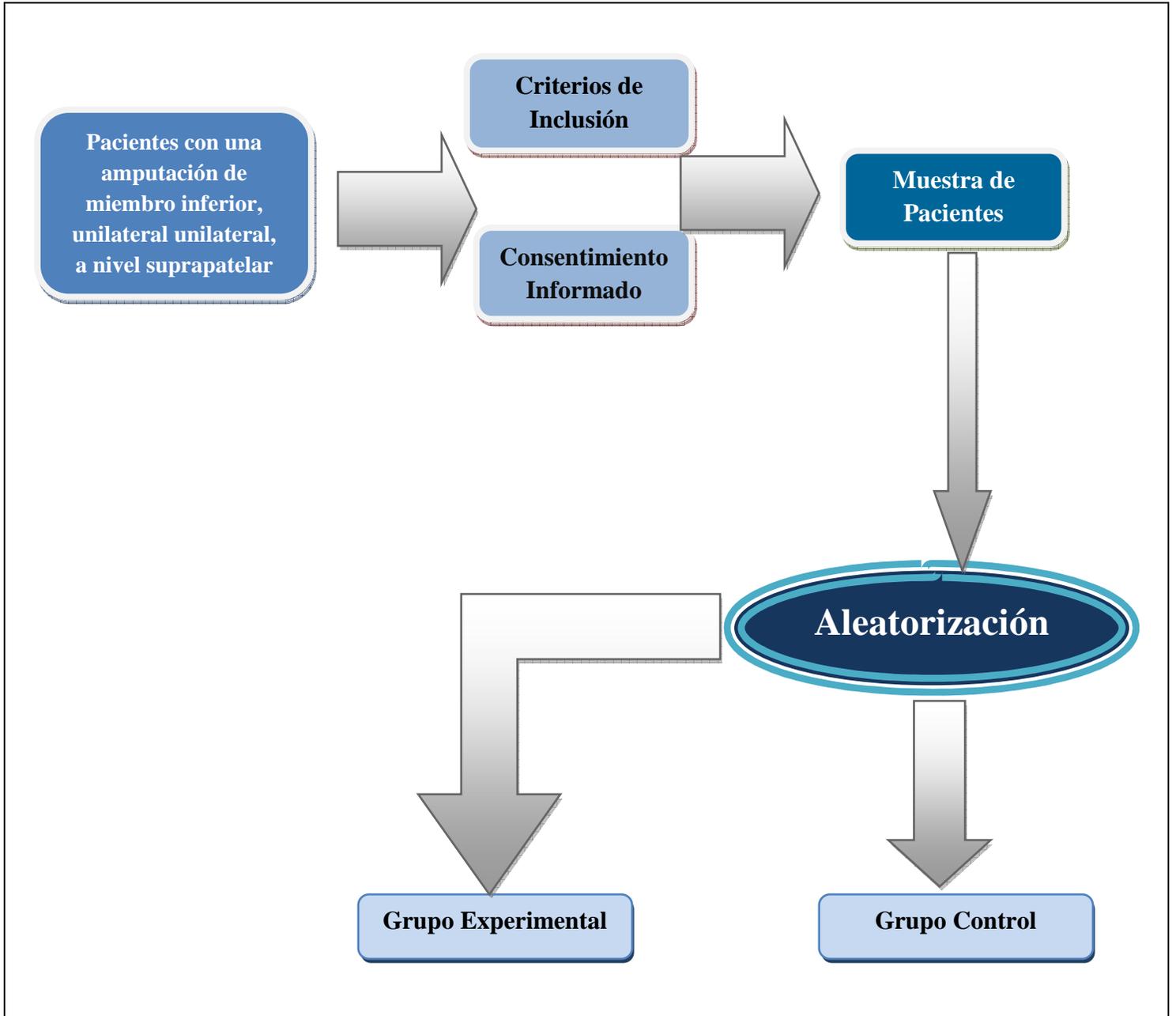


Tabla 1: *Flujograma del Estudio Propuesto*

POBLACIÓN

- **Población diana:** Personas de cualquier sexo que padezcan de una amputación que residan en la novena región de la Araucanía.
- **Población accesible:** Personas de ambos sexos, cuyas edades se encuentren entre los 35 y 70 años de edad, que se encuentren en la etapa pre-protésica tras la amputación de un miembro inferior, a nivel supra-patelar (indiferente de su causa) y que se atiendan en los servicios públicos de la novena región.
- **Muestra:** En el estudio participaran las personas que cumplan con los criterios de inclusión, que se atiendan en los centros de salud pública de la IX región de la Araucanía y que firmen el consentimiento informado.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes que han sido amputados por cualquier tipo de causa.
- Pacientes que padezcan una amputación a nivel supra-patelar.
- Pacientes que se encuentren en la etapa pre-protésica de su tratamiento de rehabilitación tras una amputación.
- Pacientes de cualquier sexo cuyas edades se encuentren entre los 35 y 70 años de edad.
- Pacientes que se atiendan en los centros de salud pública de la novena región.
- Pacientes que hayan aceptado participar de este estudio y que firmaron el consentimiento informado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes que poseen una amputación en su miembro superior.
- Pacientes que poseen una amputación en su miembro inferior, a cualquier otro nivel que no sea el supra-patelar.
- Pacientes amputados que se encuentren en alguna etapa de rehabilitación que no se la etapa pre-protésica.
- Pacientes que no posean el rango de edad determinado (entre 35 y 70 años).
- Pacientes que poseen algún tipo de discapacidad mental.
- Pacientes que posean complicaciones cutáneas, como por ejemplo: infecciones de la cicatriz, retardo en el proceso de cicatrización, herida abierta, problemas circulatorios y de coagulación, entre otros.

ALEATORIZACIÓN

La aleatorización consiste en distribuir al azar la intervención a los sujetos en los distintos grupos del experimento; significa, en esencia, que cada sujeto tiene la misma oportunidad de ser asignado a un grupo de intervención o a otro. Si la distribución de la intervención en los sujetos se hace al azar, se evita el error sistemático o “sesgo” respecto de algún atributo, o algunos, que pudieran afectar el comportamiento de la variable dependiente que se investiga.¹⁷

La aleatorización se realizará en bloque en la función denominada RALOC (Random Allocation), la cual se encuentra implementada por el programa STATA v12[®].

El mencionado procedimiento otorga bloques de tamaño al azar para el protocolo de asignación de la terapia en cuestión.

Con estos procedimientos se asegura que el número de individuos se distribuya por igual entre los grupos del estudio durante el proceso de aleatorización. Dicho proceso, se lleva a cabo en bloques de tamaño predeterminado.

ENMASCARAMIENTO

El enmascaramiento o cegamiento es una condición impuesta sobre un procedimiento específico para intentar guardar el conocimiento del tratamiento asignado, el curso del tratamiento u observaciones previas. Los procedimientos usualmente cegados son la intervención asignada o evaluación del estatus de los sujetos de estudio. El cegamiento previene determinados sesgos en las diversas etapas del ensayo clínico y protege la secuencia después de la asignación al grupo de tratamiento.²⁹

El tipo de enmascaramiento que utilizaremos en nuestro estudio es un *simple ciego* en donde una de las tres categorías de individuos, en nuestro caso las personas que realizarán las mediciones, desconocen el tratamiento asignado a lo largo del desarrollo del estudio. Los tratantes y los pacientes no pueden estar enmascarados ya que esta técnica no puede ser ocultada visualmente; además, los tratantes deben dar indicaciones precisas que ameritan una supervisión estricta.

VARIABLES

VARIABLES DE INTERVENCIÓN

Luego de realizada la aleatorización, se aplicaran las respectivas intervenciones al grupo control y al grupo experimental.

Al grupo control se le aplicara una intervención o protocolo convencional de ejercicios y técnicas para tratar el miembro residual de un paciente amputado. Por otro lado, al grupo experimental se le aplicará, aparte del tratamiento convencional que recibirá el grupo de control, la terapia con Biofeedback.

Dichos tratamientos se aplicarán con una frecuencia de dos veces por semana durante un período de doce meses.

El avance de los pacientes será evaluado mensualmente por el médico participante de la investigación y los kinesiólogos evaluadores, para observar y notificar la progresividad de dicho avance.

La intervención para el grupo control será de la siguiente manera:

Primera Etapa (post-operatorio inmediato)

- Manejo general de paciente en cama.
- Ejercicios de dinámica ventilatoria.
- Movilidad pasiva del miembro residual para mantener rangos de movilidad y evitar trombosis venosa profunda (TVP). Las movilizaciones se realizan

en la cadera, llevándola a la flexión, extensión, aducción y abducción, todos realizados según tolerancia del paciente (3x10).

- Movilidad activa del miembro indemne. La movilización se lleva a cabo para todas las articulaciones de dicho miembro en todos los rangos de movimiento (3x10).
- Educación al paciente sobre la solicitud de la musculatura a trabajar en su miembro residual. Se le solicita al paciente que “apriete” el muñón.
- Ejercicios isométricos del miembro residual (3x10).
- Drenaje postural para disminuir el edema.
- Uso de vendaje compresivo.(Imagen 1)
- TENS convencional para disminuir el dolor (por 30 minutos) ^{6,12}

Segunda Etapa

- Ejercicios de movimiento activo sin resistencia del miembro residual (movimientos de flexión, extensión, aducción y abducción de la cadera); con énfasis en la musculatura glútea, isquiotibiales y aductores.
- Ejercicios isométricos del miembro residual y miembro sano.
- Ejercicios activos resistidos del miembro sano.(Imagen 7)
- Técnicas de des-sensibilización (se utilizan texturas diferentes sobre el miembro residual, partiendo de texturas suaves a texturas más ásperas)
- Ejercicios para mantener rangos articulares de movimientos de cadera del miembro residual:

- Stretching para aumentar la extensión y abducción de cadera (10 repeticiones de 10 segundos cada una).(Imagen 3)
- Posicionamiento para evitar posturas viciosas e inmovilidad como lo es la flexión y aducción de cadera.
- Educación sobre las posiciones que debe evitar (flexión y aducción).(Imagen 2)
- Ejercicios para mantener rangos articulares de movimientos del miembro indemne en articulaciones del tobillo y pie, rodilla y cadera:
 - Stretching asociado a energía muscular.
- Diferenciación del dolor a través de entrevistas con el paciente. Medición del dolor mediante la Escala Visual Análoga (EVA).
- TENS convencional (30 minutos).
- Ultrasonido Continuo 1 MHz (20 minutos)
- Uso de vendaje elástico compresivo, y educación al paciente sobre el uso de este y como auto-aplicárselo).(Imagen 1)
- Drenaje postural.
- Educación de transferencia (cama-silla, silla-barras paralelas).
- Trabajo propioceptivo para el muñón en posición supina y/o sedente. ^{6,12,25}

Tercera Etapa

- Ejercicios de movimiento activo-resistido manual del miembro residual para la flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y rotación externa de la cadera; con énfasis en la musculatura glútea, isquiotibiales y aductores (3x10 para cada movimiento).(Imagen 4)
- Ejercicios de fortalecimiento con carga del miembro sano (para los movimientos de las tres articulaciones del miembro inferior).
- Ejercicios isométricos para el miembro residual y el miembro sano.
- Técnicas de des-sensibilización, utilizando texturas más ásperas. Integrar masoterapia y golpeteos.(Imagen 6)
- Ejercicios para mantener los rangos articulares del miembro residual:
 - Stretching: para aumentar la flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y rotación externa.
 - Posicionamiento, para evitar las retracciones musculares en flexión y aducción.
- Ejercicios para mantener los rangos articulares del miembro indemne:
 - Stretching asociado a energía muscular para todos los movimientos de las tres articulaciones del miembro indemne.
- TENS Burst (20 minutos).
- Ultrasonido Pulsátil 1MHz (20 minutos)
- Uso de vendaje elástico compresivo.(Imagen 8)

- Drenaje postural más masoterapia. (Imagen 6)
- Trabajo propioceptivo para el muñón, en sedente y/o posición bípeda cargando el muñón.
- Ejercicios de marcha y carga uni-podal en barras paralelas. ^{6,12} (Imagen 5)

Cuarta Etapa

- Ejercicios de movimiento activo-resistido con carga del miembro residual para la flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y rotación externa de la cadera (3x10 para cada movimiento)
- Ejercicios de potenciación con o sin carga (según tolerancia del paciente) del miembro sano (para los movimientos de las tres articulaciones del miembro inferior).
- Ejercicios isométricos para el miembro residual y el miembro sano.
- Técnicas de des-sensibilización: masoterapia y golpeteos. (Imagen 6)
- Ejercicios para mantener los rangos articulares del miembro residual:
 - Stretching asociado a energía muscular: para aumentar la flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y rotación externa.
 - Posicionamiento, para evitar las retracciones musculares en flexión y aducción.
- Ejercicios para mantener los rangos articulares del miembro indemne:

➤ Stretching asociado a energía muscular para todos los movimientos de las tres articulaciones del miembro indemne.

- TIF (20 minutos).
- Ultrasonido Pulsátil 1MHz (20 minutos)
- Uso de vendaje elástico compresivo. (Imagen 8)
- Drenaje postural más masoterapia.
- Trabajo propioceptivo para el muñón en posición bípeda cargando el muñón sobre una superficie.
- Ejercicios de marcha y carga uni-podal con muletas.
- Colocación de una prótesis de adiestramiento.
- Búsqueda del equilibrio estático y dinámico sin y con prótesis. (Imagen 9)
- Reeduación y corrección de la marcha. ^{6,12}

La intervención para el grupo experimental consistirá en:

Será la misma terapia del grupo control pero se incluirá el Biofeedback en el trabajo isométrico realizado en cada etapa del protocolo convencional, para el fortalecimiento muscular, control del edema y forma del muñón.

La terapia dentro del estudio irá progresando en relación a los ejercicios, la fuerza muscular y la forma del muñón y edema.

Como el Biofeedback entrega información sobre los potenciales eléctricos que producen las contracciones musculares, al iniciar nuestra terapia, mediremos

con dicho instrumento la fuerza máxima de contracción muscular, y con dicha información, seguiremos aplicando la técnica, para que el paciente comience con sus ejercicios de fortalecimiento trabajando a un 50% de la máxima potencia, en la primera etapa del tratamiento. Esta retro alimentación será dada por el Biofeedback.

La fuerza de contracción muscular será medida por el biofeedback al inicio de cada etapa del protocolo convencional de rehabilitación y de acuerdo a la progresión, la sollicitación de trabajo irá aumentando, por lo que al pasar a la segunda etapa, trabajaremos con una potencia muscular al 60% de la máxima contracción, al pasar a la tercera etapa se trabajará al 70% de la máxima contracción y por último, al pasar a la cuarta etapa, trabajaremos al 80% de la máxima contracción.

Aparte de medir la fuerza muscular con el Biofeedback, también será evaluada con la “Escala de Oxford”.

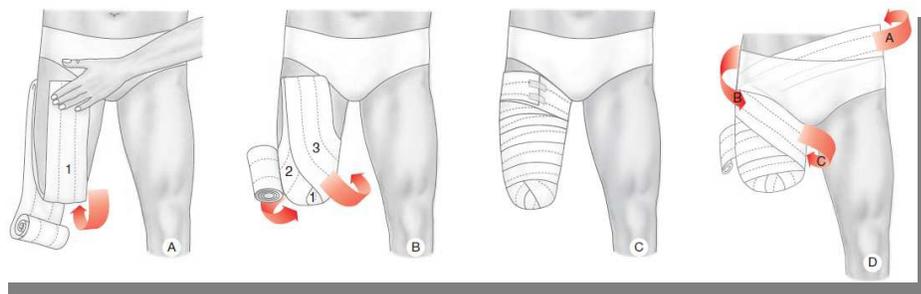


Imagen 1: Vendaje Compresivo

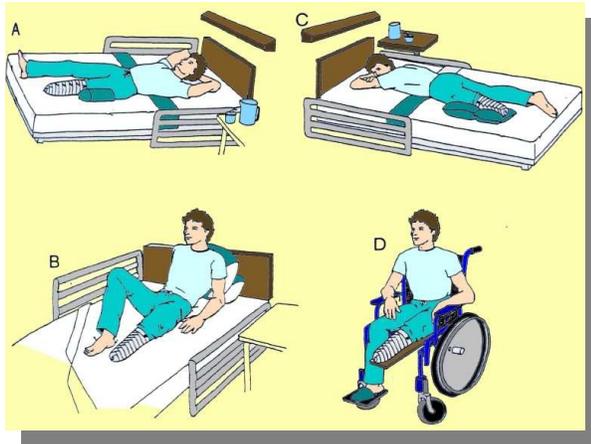


Imagen 2: Posturas que se deben evitar.



Imagen 3: Stretching de músculos flexores.

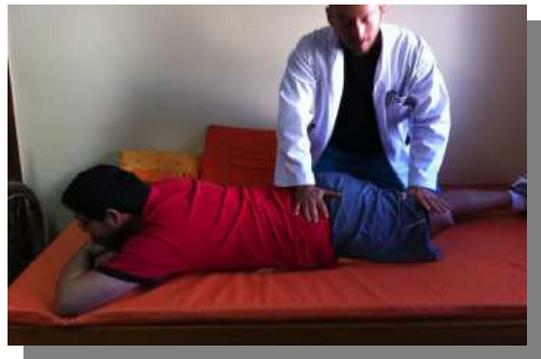


Imagen 4: Ejercicio activo resistido.

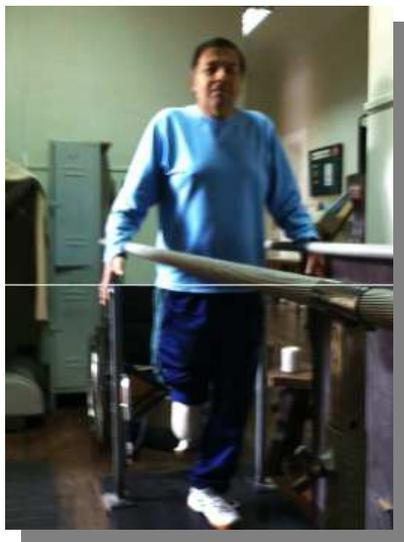


Imagen 5: ejercicio de carga unipodal, marcha en barras paralelas



Imagen 6: Masoterapia



Imagen 7: *Ejercicio activo-resistido en la pierna*



Imagen 8: *Uso de vendaje compresivo*



Imagen 9: *Ejercicio de equilibrio estático*

VARIABLES DE RESULTADO

Las variables de resultados son aquellas que mediremos finalmente para verificar la efectividad del tratamiento y realizar las respectivas comparaciones.

1.) Fuerza muscular: Corresponde a una variable continua, subclasificada como variable “*Discreta*”, ya que posee un valor numérico entero, sin valore intermedios.²¹

La fuerza muscular es la capacidad de un músculo o grupo de músculos para generar tensión y una fuerza resultante durante un esfuerzo máximo, dinámico o estático, respecto a las exigencias que se le imponen.¹²

Dicha fuerza la mediremos con la “*Escala de Oxford*”, la cual cuenta con un puntaje que va desde el número 0, hasta el número 5, siendo el 0 la muestra de la no existencia de contractilidad, y 5, la muestra que presenta el mayor grado de movilidad bajo resistencia completa. La escala es la siguiente¹¹:

Grado muscular	Descripción
5. Normal	Grado de movilidad completo contra gravedad bajo resistencia completa
4. Buena	Grado de movilidad completo contra gravedad bajo resistencia parcial
3. Regular	Grado de movilidad completo contra gravedad
2. Pobre	Grado completo de movilidad sin la gravedad
1. Deficiente	Evidencia de contractilidad ligera; ausencia de movimiento articular
0. Nula	Sin evidencia de contractilidad

Tabla 2: Fuerza muscular.

2.) Edema: Es una variable cuantitativa, de tipo “*Continua*”, ya que en su medición posee infinitas posibilidades de valores.²¹

El edema es la acumulación anormal de líquido en el espacio intersticial de los tejidos, debido a múltiples causas; en este caso, estaría asociado a una lesión o a un proceso inflamatorio (edema circunscrito agudo) .¹³

Levaremos a cabo la medición del edema, de acuerdo a un modelo matemático para obtener la cantidad de volumen, el cual consiste en la sumersión del miembro residual en agua, midiendo el volumen de líquido desplazado (método de Arquímedes) el cual equivale exactamente al volumen del miembro a estudiar.¹⁴

Sumado a este tipo de medición, adicionaremos otro método, el cual consiste en la medición de perímetros musculares con huincha métrica, en la cual utilizaremos como referencia de base, o normalidad, los valores de la medición miembro indemne, basándonos en el criterio de simetría.¹⁶

3.) Forma del muñón: Es una variable cuantitativa, de tipo “*Continua*”, ya que en su medición posee infinitas posibilidades de valores.²¹

El muñón es la parte proximal de una extremidad que queda después de una amputación parcial.¹³

La forma óptima del muñón es la cónica, más ancho en el área proximal del muslo, y más angosto en la parte distal del miembro residual, lo mas similar al muslo de la pierna homóloga sana.¹⁵

La forma del muñón la mediremos con huincha métrica, tomando la medida del perímetro proximal y distal del muslo del miembro residual, y al igual que en la medición del edema, utilizaremos el criterio de simetría, tomando las medidas similares en la pierna homóloga.¹⁶

VARIABLE DE CONTROL

- 1.) **Edad:** Es una variable cuantitativa, del grupo de las variables “*Continua*”, ya que esta refiere a una medición o ejercicio de cálculo de esta.²¹

Influirá en nuestro estudio, ya que podemos esperar una disminución de la fuerza muscular en los pacientes mas añosos, puesto que dicha disminución ocurre porque las fibras musculares de tipo II (rápidas) disminuyen en mayor cantidad que las tipi I y las unidades motoras disminuyen su densidad. Con el aumento de la edad también disminuye la actividad de la hormona de crecimiento y los andrógenos, lo cual contribuye a la disfunción muscular. La remodelación de tendones y ligamentos, sometidos a estrés o trabajo, se vuelve más lenta.²⁰

- 2.) **Sexo:** Corresponde a una variable cualitativa, por ser una cualidad no cuantificable. Pertenece al grupo de las variables “*Nominales*”, ya que su agrupación no posee jerarquía alguna. clasificación de “*variable Dicotómica*”, por aportar un solo valor entre sí; hombre-mujer.²¹

En las mujeres, la densidad corporal es menor en todas las edades y a su vez, los porcentajes de grasa son más elevados. El comienzo de los

cambios de composiciones corporales ocurre en la pubertad al con los cambios endocrinos: la glándula pituitaria anterior empieza con la segregación de las hormonas Foliculoestimulante (FSH) y Luteinizante (LH), hormonas que estimulan el desarrollo de las gónadas femeninas y masculinas (ovarios y testículos respectivamente). En las mujeres el desarrollo de los ovarios provoca la secreción de “estrógeno” y en el hombre, el desarrollo de los testículos provoca la secreción de “testosterona”, hormona que ocasiona una mayor formación ósea (huesos más grandes) y una mayor síntesis proteica, lo trae por consecuencia una mayor cantidad de masa muscular. El estrógeno incrementa la deposición de grasa, particularmente en muslos y caderas. Por consiguiente, existe una mayor actividad de *lipoproteinlipasa*, enzima que se encarga del almacenamiento de grasa en los tejidos adiposo.²²

Por lo mencionado anteriormente es que se espera una diferencia significativa entre la fuerza muscular entre hombres y mujeres de la intervención.

3.) Causa de la amputación (patologías asociadas y sus tratamientos): Es una variable cualitativa, del grupo de las variables “*Nominales*”, ya que el orden de los datos, no posee jerarquía alguna.²¹

Las causas de las amputaciones y/o patologías asociadas influirán en el avance de la terapia, por sus distintas características. Es de esperar que en las amputaciones causadas por patologías o enfermedades vasculares (diabetes mellitus, hipertensión arterial, arteriosclerosis, etc.)

exista una disminución en la velocidad de drenaje del edema, la cual se verá retrasada, por dichas patologías, en comparación a pacientes amputados por otra causa. Las infecciones del miembro residual, asociadas a la amputación, también pueden influir en la disminución del edema. Generalmente, las infecciones de las heridas y/o cicatriz de la amputación se ven asociadas a las patologías vasculares.³

4.) Adherencia Terapéutica: Corresponde a una variable cualitativa, caracterizada dentro del subgrupo de las variables “*Ordinal*”, ya que el cumplimiento de dicha terapia, dará buenos o malos resultados de acuerdo a la participación del paciente en su rehabilitación.²¹

La adherencia se define como una “implicación activa y voluntaria del paciente en un curso de comportamiento aceptado, de mutuo acuerdo con el fin de producir un resultado terapéutico deseado”, lo que para nosotros quiere decir que existe un considerable avance en la comprensión de la naturaleza psicológica del problema discutido.²³

Existe una ausencia de estudios acerca de la correcta evaluación de las necesidades de atención, problemas de adaptación y calidad de vida de los pacientes amputados, sobre todo en lo relativo a los aspectos psicosociales, así como de la aplicación y comprobación de la eficacia de tratamientos psicológicos eficaces en términos coste-beneficio.²⁴

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

HIPÓTESIS

La hipótesis es una proposición, o idea con sentido, cuyo objetivo es ser la base para las pruebas de significación estadística en la comparación de los hallazgos entre los grupos de estudio.

Existe una “*Hipótesis Alternativa*” (o de investigación) la cual plantea una diferencia significativa entre ambos grupos, y una “*Hipótesis Nula*” que propone que ambos grupos no difieren entre sí; para examinar la significación estadística, la hipótesis nula es la que cumple el rol de base. Al comenzar con la proposición de que no hay asociación, las pruebas estadísticas pueden estimar la probabilidad de que una asociación observada puede ser debida al azar.

La hipótesis alternativa no puede examinarse directamente. Es aceptada por exclusión si la prueba de significación estadística rechaza la hipótesis nula.

En la presente investigación la Hipótesis Alternativa corresponde la de “una sola cola”, esto es, unilateral; ya que se especifica la dirección asociativa entre las variables, debido que al combinarse el grupo experimental una terapia que provoca resultados positivos (con esto nos referimos a al tratamiento convencional ocupado hoy en día) con una terapia que se encuentra en estudio como lo es el biofeedback, se sabe que el resultado será favorable.

HIPOTESIS NULA

No es más efectiva la aplicación de biofeedback, sumado al tratamiento convencional, que solo el tratamiento convencional para mejorar la funcionalidad del muñón y disminuir el tiempo de la etapa pre-protésica en pacientes con una amputación supra-patelar, unilateral de miembro inferior, atendidos en los servicios de salud pública de la novena región.

HIPOSIS ALTERNATIVA

Es más efectiva la aplicación de biofeedback, sumado al tratamiento convencional, que solo el tratamiento convencional para mejorar la funcionalidad del muñón y disminuir el tiempo de la etapa pre-protésica en pacientes con una amputación supra-patelar, unilateral de miembro inferior, atendidos en los servicios de salud pública de la novena región.

TAMAÑO MUESTRAL

Para determinar el tamaño muestral se necesita haber encontrado estudios con tamaño del efecto, para conseguir la muestra que se requiere.

Debido a que no se han encontrado estudios que señalen datos significativos que permitan estimar el tamaño muestral se realizara un “*Estudio Piloto*”, el cual se define como una versión a pequeña escala o prueba previa a un estudio de gran envergadura. El estudio piloto debe realizarse con la misma rigurosidad que el estudio principal, de tal manera que las deficiencias que puedan detectarse sean verdaderamente representativas de las deficiencias inherentes al

estudio principal. De esta manera, los participantes del estudio piloto deben poseer las mismas características que quienes serán parte de la muestra principal. Esto quiere decir, que deberá seleccionarse entre los miembros de la misma población.

Luego de recopilar y analizar los resultados de esta investigación piloto, se realizarán los ajustes y precisiones que desechen o disminuyan los problemas detectados.

El referente estudio incluirá a 242 personas con una amputación unilateral de miembro inferior, a nivel suprapatelar, para corroborar la efectividad del tratamiento con *Biofeedback*, el cual se llevará a cabo de forma idéntica al estudio principal.

Una vez obtenidos los resultados del estudio piloto, estos se analizaran y se procederá a sacar el tamaño de la muestra por medio del tamaño del efecto determinado en el estudio piloto.

El tamaño muestral se calcula con el programa nQuery Advisor 5.0, utilizando un α de 0,05 y una potencia $(1-\beta)$ de 80%. (Imagen 10)

The screenshot shows the nQuery Advisor 5.0 software interface. The title bar reads 'nQuery Advisor - [PTT0-1]'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Options', 'Assistants', 'Randomize', 'Plot', 'Window', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window displays a table for a 'Two group χ^2 test of equal proportions (odds ratio = 1) (equal n's)'. The table has four columns: a label column and three data columns labeled '1', '2', and '3'. The data is as follows:

	1	2	3
Test significance level, α	0,050		
1 or 2 sided test?	2		
Group 1 proportion, π_1	0,700		
Group 2 proportion, π_2	0,850		
Odds ratio, $\psi = \pi_2 (1 - \pi_1) / [\pi_1 (1 - \pi_2)]$	2,429		
Power (%)	80		
n per group	121		

Imagen 10: nQuery Advisor 5.0

MANEJOS DE LOS DATOS

- ❖ El análisis de los datos obtenidos se realizará utilizando el software estadístico STATA v12[®].
- ❖ El nivel de significación en prueba estadística será igual al 5%.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se realizará el análisis descriptivo de los datos utilizando promedios y desviaciones estándar para las variables continuas y proporciones y sus respectivos intervalos de confianza para las variables categóricas. Se presentará la información en tablas estadísticas y gráficos, tanto para el análisis de las mediciones basales como de las variables de resultado.

ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Se utilizará la Prueba exacta de Fisher para determinar si existe diferencia en las proporciones de cambio en la forma del muñón del miembro residual entre los grupos al finalizar el seguimiento. Para el resto de las variables de resultado se utilizará la Prueba T Student para evaluar si hay diferencia de promedios entre los grupos. Además para la variable de respuesta principal, disminución del tiempo de mejora de la forma del muñón, se calculará: riesgo relativo, reducción del riesgo relativo, diferencia absoluta de riesgo y número necesario a tratar.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

BENEFICIOS

Todos los usuarios de ambos grupos recibirán una atención base o tratamiento convencional. Sumado a esto, el grupo experimental recibirá además la respectiva aplicación de biofeedback.

Los tratamientos recientemente señalados se utilizan en conjunto para brindar un beneficio al paciente, mas se oculta la real efectividad de un tratamiento específico.

Además, en el caso de que la terapia con biofeedback no arroje resultados positivos, seguirá siendo un beneficio, ya que podremos determinar que la técnica no es efectiva, ahorrando tiempo y recursos para tratamientos futuros de pacientes amputados.

RIESGOS

La intervención realizada no presenta mayor riesgo, muy por el contrario, la terapia planteada no es perjudicial y los beneficios superan con creces los posibles riesgos.

CONFIDENCIALIDAD

Serán guardados bajo reserva absoluta todos los datos que se incluyen en el estudio y que puedan revelar antecedentes personales del paciente. La privacidad

del paciente será custodiada a través de códigos numéricos que simbolizaran su identificación los que se incorporaran a cada documento de registro y evaluación en la etapa de publicación, se mantendrán bajo reserva también los datos personales de cada paciente, y los datos que puedan involucrar cualquier tipo de identificación de los sujetos que participan en el estudio.

El presente estudio debe contar con la aprobación de un comité de ética, conformado por el Servicio de Salud Araucanía Norte y el Servicio de Salud Araucanía Sur, los cuales deberán aprobar la solicitud para corroborar los aspectos del estudio en cuestión.

IGUALDAD EN LA SELECCIÓN

Tendrán la misma posibilidad de ingresar al estudio todos los sujetos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

Como consecuencia de esta equitativa posibilidad, no existen discriminaciones culturales, religiosas, socio-económicas, políticas ni de ningún tipo. Al ser un estudio aleatorizado, todos quienes participan del estudio tendrán la misma opción de pertenecer a un grupo, ya sea al grupo de control o al grupo experimental.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Las personas que participaran de este estudio recibirán un documento escrito, el cual será explicado de manera verbal. Dicho documento se referirá a los

aspectos generales del estudio (en qué consiste y sus objetivos), es decir, que es aquello que se espera lograr en los resultados.

Es importante señalar que en este documento debe quedar claro para el sujeto cuales serán los beneficios y los posibles riesgos, los procedimientos que se aplicarán, y que además puede hacer abandono del presente estudio en el momento que lo desee, de esta forma, se deben aclarar todas las interrogantes referentes al estudio que tenga el paciente, situación para la cual se deben generar las instancias pertinentes para aquello.

El consentimiento informado debe ser aprobado y supervisado por el comité de ética. (Anexo 1)

ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo estará conformado por:

- 1.) Investigador principal: Corresponde al kinesiólogo que se encargará de la organización general y coordinación del estudio. Se reunirá periódicamente con el equipo de trabajo para corroborar el avance de la mencionada investigación, velando por el cumplimiento del cronograma planificado. Será también quien le solicite el consentimiento informado a los usuarios, y les explique en qué consiste el estudio y el tratamiento que se les realizará. Además y con la colaboración del estadístico, realizará la aleatorización de los usuarios a los distintos grupos y el análisis estadístico descriptivo e inferencial. Finalmente, tendrá la completa responsabilidad de la publicación de los resultados y de los aspectos económicos del estudio.
- 2.) Médico cirujano: es quien estará a cargo de la evolución de las características del miembro residual. Estará a cargo de la terapia farmacológica estándar.
- 3.) Evaluadores: Serán cuatro kinesiólogos cuya tarea será la de aplicar las mediciones de la fuerza muscular a través de la escala de Oxford, de edema por medio del método de Arquímedes y perímetros musculares con huincha métrica, y por último, la medición de la forma del muñón utilizando el criterio de simetría con el miembro homólogo y el uso de huincha métrica.

La característica principal de estos integrantes será el enmascaramiento al que estarán sometidos; lo cual significa que los kinesiólogos evaluadores no conocerán que pacientes formaran cada grupo, disminuyendo sus contribuciones subjetivas a los resultados de las mediciones.

- 4.) Terapeutas: Los terapeutas corresponden a 5 kinesiólogos, distribuidos cada uno en un centro de atención donde se realizara este estudio, que tendrán la misión de administrar cada modalidad de entrenamiento a los pacientes de cada grupo. Deberán administrar la terapia con Biofeedback al grupo experimental.
- 5.) Estadístico: Llevará a cabo la interpretación estadística de los datos del estudio. Además ayudará al investigador principal en la aleatorización de los pacientes y en el análisis descriptivo e inferencial de la investigación.
- 6.) Ayudante(5): trabajará de manera *part-time* y estará a cargo del registro de la asistencia de los pacientes a las intervenciones y de citarlos a las sesiones posteriores. También velará por el ingreso de los resultados de las evaluaciones a una base de datos computacional que será usada por el investigador principal y por el estadístico para el análisis de los datos.

LUGAR FÍSICO

La aplicación de las intervenciones terapéuticas se realizaran en los Centros de Diagnostico y Tratamiento (CDT) de los siguientes hospitales:

- ❖ Hospital Hernán Henríquez Aravena, Temuco.
- ❖ Hospital Dr. Mauricio Heyermann Torres, Angol.

- ❖ Hospital San José, Victoria
- ❖ Hospital de Salud Intercultural, Nueva Imperial.
- ❖ Hospital de Villarrica, Villarrica.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

a.) Etapa I (Enero-Febrero 2013)

Etapa de consolidación del grupo de trabajo.

1. Aprobación de la investigación por el Comité de Ética del Servicio de Salud Araucanía Norte y el Comité de Ética del Servicio de Salud Araucanía Sur.
2. Formación y organización del equipo de trabajo.
3. Postulación a proyectos de financiamiento concursables.
4. Obtención del financiamiento.
5. Capacitación de los evaluadores y estandarización de las mediciones.
6. Entrenamiento de los terapeutas.

b.) Etapa II (Febrero-Mayo 2013)

Etapa de muestreo

1. Solicitación de pacientes a diversos centros de salud de las ciudades de Temuco, Angol, Victoria y nueva Imperial.
2. Muestreo: aplicación de los criterios de elegibilidad.
3. Consentimiento informado.

4. Medición de las variables basales.
5. Aleatorización a los grupos de tratamiento.

c.) Etapa III (Mayo 2013-Mayo 2014)

Etapa Experimental

1. Determinación de la intensidad del entrenamiento de cada paciente.
2. Realización de las diversas intervenciones.
3. Medición de las variables de resultado.

d.) Etapa IV (Mayo-Julio 2014)

Etapa de análisis y difusión de datos.

1. Ingreso de los resultados obtenidos a la base de datos informática.
2. Elaboración del análisis descriptivo de los datos.
3. Realización del análisis inferencial de los resultados.
4. Extracción de las conclusiones.
5. Difusión de de los resultados de la investigación a la comunidad científica.

PRESUPUESTO

Para la ejecución de la presente investigación se postulará a diversos proyectos concursables, como lo son: FONDECYT, proyectos postulables en Universidades y Municipios, etc.

Para realizar este proyecto se necesitará un monto de \$50.917.300 y se distribuirán en los aspectos:

- Personal: Abarca a todo el equipo de trabajo, con excepción del investigador principal. Dicho equipo de trabajo recibirá la correspondiente remuneración según sea el número de pacientes evaluados o intervenidos, o según sea el tiempo dedicado a la investigación.
- Transporte: Utilizado para el traslado de pacientes y el equipo de trabajo.
- Material Fungible: Abarca el material que se utilizará en fichas e impresiones, como papel, tinta lápices, etcétera, y otros instrumentos no renovables ni perdurables en el tiempo.

Por consiguiente, se procede a exponer en una tabla el detalle estimado del presupuesto. (Tabla 3)

ASPECTOS		MONTO
	Evaluadores	\$5.000.000
Personal	Terapeutas	\$24.000.000
	Estadístico	\$1.312.500
	Ayudantes	\$6.250.000
Equipos de Trabajo (Biofeedback)		\$5.000.000
	Papel	\$8.800
	Tinta	\$100.000
Material Fungible	Lápices	\$4.000
	Libretas	\$30.000
	Carpetas	\$242.000
	Otros	\$50.000
Implementos	Computador	\$400.000
	Impresora	\$20.000
Total		\$42.417.300

Tabla 3: Presupuesto

CARTA GANTT

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	
Formación del equipo de trabajo																				
Capacitación de evaluadores																				
Entrenamiento de terapeutas																				
Reclutamiento																				
Consentimiento Informado																				
Mediciones basales																				
Intervención																				
Mediciones de resultado																				
Análisis estadístico																				
Elaboración de conclusiones																				
Difusión del estudio																				
	Año 2013												Año 2014							

ANEXO 1: CARTA CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del estudio

“Efectividad del Biofeedback aplicado sobre el miembro residual para mejorar la forma del muñón en un menor tiempo en pacientes con una amputación supra-patelar unilateral entre 50 y 70 años”

Investigador

✓ Cristian Rocha Castro

Universidad de La Frontera, Temuco IX región, Chile.

Objetivo del estudio

El fin de este estudio es determinar si es más efectiva la utilización de un tipo de electroterapia denominado *Biofeedback* en conjunto con los ejercicios y técnicas del protocolo convencional de tratamiento de pacientes amputados de miembro inferior (a nivel sobre la rodilla) que únicamente los ejercicios propuesto por dicho protocolo aplicado en los servicios de salud pública de la novena región en el período entre mayo del 2013 a mayo del 2014.

Participantes

Se incluirán 242 individuos de ambos sexos los cuales hallan sufrido de una amputación en su miembro inferior y que se atiendan en los servicios de salud públicos de la novena región.

Procedimiento

Si acepta participar se compromete a:

- 1.- Proporcionar los datos personales necesarios para el posterior ingreso de éstos a una ficha personal del estudio.
- 2.- Acudir al centro de salud donde será sometido a las evaluaciones iniciales antes de comenzar a participar en las terapias (tanto del grupo control como del grupo experimental según corresponda). Las evaluaciones que se le realizarán son: evaluación de fuerza muscular, medición de perímetros del miembro residual y medición del volumen de dicho miembro, sumado a la comparación de las características del muñón con las del miembro indemne. Todas ellas realizadas por el personal adecuado y previamente entrenado.
- 3.-Asistir a las sesiones previamente establecidas 2 días a la semana, con una duración de aproximadamente 1 hora por día. Estas sesiones serán realizadas por kinesiólogos capacitados y previamente entrenados.

Duración de estudio

El estudio completo dura 19 meses (desde enero del 2013 a julio del 2014)) pero, usted participará solo durante 12 meses que es el período en que se aplicaran las terapias y mediciones.

Beneficios y riesgos

Existe la posibilidad de que obtenga una disminución del tiempo de formación de un muñón óptimo gracias a la aplicación de Biofeedback con los ejercicios y técnicas del protocolo convencional de tratamiento de amputados, sin embargo, también existe la posibilidad de que esta terapia no produzca los beneficios deseados, es decir, puede que el tiempo de formación del muñón no disminuya.

Beneficio: Recibiré en forma detallada mis resultados finales una vez terminado el proyecto permitiéndome de esta forma conocer el progreso funcional del muñón.

Riesgo: Ya que el biofeedback exigirá cierto grado de trabajo muscular, existe la posibilidad de que hayan complicaciones cutáneas en la herida y/o cicatriz del muñón, por lo que habrá un médico cirujano que controlará el progreso de dicho miembro residual. También existe la posibilidad, como en la realización de todo ejercicio físico, la lesión musculoesquelética.

Confidencialidad

- La información obtenida de sus evaluaciones realizadas en este estudio no será compartida con ninguna persona ajena a la investigación.
- Su identidad no será revelada.
- Solo se darán a conocer los resultados finales del estudio con el fin de contribuir al conocimiento científico.
- Finalmente, recibirá en forma personal mis resultados finales detalladamente una vez terminado el proyecto.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento para la participación en el estudio:

YO:

Rut:

Decido participar voluntariamente del estudio, *“Efectividad del Biofeedback aplicado sobre el miembro residual para mejorar la forma del muñón en un menor tiempo en pacientes con una amputación supra-patelar unilateral entre 50 y 70 años”*, posteriormente de haber recibido y leer este documento donde he sido informado(a) sobre las características del estudio. Además, tuve la oportunidad de realizar preguntar cuyas respuestas fueron brindadas apropiadamente. Finalmente aseguro que mi participación en este estudio es totalmente voluntaria y que estoy en conocimiento de que soy libre de abandonarlo cuando lo estime conveniente sin ningún perjuicio.

Firma Paciente

Firma Investigador

BIBLIOGRAFÍA

1. Hugues, Sean, "Ortopedia y traumatología", 4a edición, Editorial Salvat, 1990.
2. Alós Villacrosa, "Amputaciones del miembro inferior en cirugía vascular. Un problema multidisciplinar", Editorial Glosa, 2008.
3. Mensch, Gertrude, "Physical therapy management of lower extremity amputations", 1986.
4. Campbell, "Cirugía ortopédica", tomo 1, 8va edición, Uruguay, Editorial Panamericana 1996.
5. Way, Lawrence W., "Diagnóstico y tratamiento quirúrgicos", El Manual Moderno editor, 1995.
6. Rodríguez Martín, José María. "Electroterapia en fisioterapia". Editorial Panamericana, 2000.
7. Juan C. Rodríguez T., Andrea Ruiz de Arechavaleta C., José M. Saavedra, Alvaro Reyes P., Verónica Araya Q., "Frecuencia de amputaciones y sobrevida en pacientes hospitalizados con el diagnóstico de pie diabético entre 1985-200 en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile", Rev HUCh 2006.
8. Consiglio E., Belloso W. "Nuevos indicadores clínicos. La calidad de vida relacionada con la salud. Medicina" (B. Aires) 2003 v.63 n.2.
9. Carvajal C., Camacho J. "Cirugía General" Editorial mediterráneo, 2002

10. Nyhus, Baker, Fischer. "Master of Surgery". 3ed. Tomo II, Editorial Panamericana, 1999.
11. Hoppenfeld Stanley, Muthy Vasantha L. "Fracturas, tratamiento y rehabilitación", Editorial Marán Libros, S.L., 2004.
12. Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. "Ejercicio Terapéutico". Primera edición, Editorial Paidotribo, 2005.
13. "Diccionario Mosby, Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud", 5ta edición, Editorial Harcourt, 2000.
14. "Diagnóstico diferencial de los edemas del miembro inferior", Dr. Rossi, Guillermo, Secretario General de la Sociedad de Flebología y Linfología Bonaerense.
15. Klgo. de Centro de Diagnóstico y Tratamiento (CDTC) del Hospital Hernán Henríquez Aravena, Sr. Benedicto Pino.
16. Klgo. de Centro de Rehabilitación Infantil Instituto Teletón Temuco, Sra. María José Guzmán.
17. Polit, Denise F. "Investigación científica en ciencias de la salud", Editorial Mc Graw Interamerican, 2000.
18. Lazcano E, Salazar E, Gutiérrez P, Angeles A, Hernández A, Viramontes J. "Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación". Centro de Investigaciones en Salud Poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública, México. Vol.46, No.6, noviembre-diciembre de 2004.

19. La rehabilitación después de la amputación
<http://www.tecnoplanta.cl/amputacion.swf>
20. Algunos cambios asociados al envejecimiento
<http://escuela.med.puc.cl/publ/boletin/geriatria/AlgunosCambios.html>
21. Variables, escalas. <http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/insIntrod2.htm>
22. Wilmore, Jack H. “Fisiología del esfuerzo y del deporte”, editorial Paidotribo, 2007.
23. Acerca del concepto de adherencia terapéutica. Rev. Cubana Salud Pública v.30 n.4 Ciudad de La Habana sep.-dic. 2004.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000400008
24. Diseño y experimentación de sistemas de evaluación y tratamiento psicológico de personas que sufren amputaciones traumáticas. MAPFRE MEDICINA, 2001; vol. 12, n.º 2
25. “Evaluation of muscle metabolic activity in the lower limb of a transfemoral amputee using a prosthesis by using ¹⁸F-FDG PET imaging – an application of PET imaging to rehabilitation”, Revista Journal of Orthopaedic Research, 2004.
26. Informe Ejecutivo IX Región de la Araucanía. “Primer estudio Nacional de la Discapacidad en Chile ENDISC 2004
http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/encuestas_discapacidad/pdf/IXregion.pdf