

*ACONDICIONAMIENTO FISICO
AUTONOMO EN EL PACIENTE CON
PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA*



**ACONDICIONAMIENTO FISICO AUTONOMO EN EL
PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA**

Tesis de Grado en el programa de Diseño Industrial

JOHANNA ALESSANDRA LÓPEZ RAMÍREZ

Código: 0922036

Director de Proyecto: Miguel Uribe



Santiago de Cali, 07 de Enero de 2014



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DE DISEÑO INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

La Estudiante JOHANNA ALESSANDRA LÓPEZ RAMÍREZ Identificada con Cédula de ciudadanía número 1130605643 de de Cali y código 200922036, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado *“Acondicionamiento físico autónomo en el paciente con paraplejia en la fase crónica”*, el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: Byron Irám Villamil Villar
Jurado Asesor: María Nora Hurtado
Jurado Experto: Diana Marcela Escobar

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 25 de marzo de 2014, según Acta 4-2014 del Comité del Programa.

ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Director del Proyecto del Proyecto

PABLO ANDRÉS LARAMILLO ROMERO
Vo. Bo. Director del Programa Académico
Diseño Industrial

ANDRÉS REINA GUTIÉRREZ
Vo. Bo. Jefe
Departamento de Diseño

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO CONCEPTUAL.....	6
1.1. Discapacidad.....	6
1.2. La rehabilitación en discapacidad.....	8
1.3. Actividades de la Vida Diaria y Autonomía Personal.....	12
1.3.1. Familia.....	18
1.4. Ayudas técnicas.....	19
2. MARCO CONTEXTUAL Y LEGAL.....	23
2.1. La situación de discapacidad en Colombia.....	23
2.1.1. Legislación.....	24
2.1.2. Marco normativo colombiano relacionado con ayudas técnicas..	27
3. LESIÓN MEDULAR.....	30
3.1. Lesión medular.....	31
3.2. Paraplejia.....	36
3.3. Rehabilitación en persona con paraplejia.....	37
3.3.1. Terapia ocupacional.....	37
3.3.2. Terapia Psicológica.....	39

3.3.3. Terapia Física.....	40
4. ESTADO DEL ARTE.....	46
4.1. Cinesiterapia.....	48
4.1.1. Cinesiterapia pasiva.....	49
4.1.2. Cinesiterapia Activa.....	50
4.2. Suspensionterapia.....	53
4.2.1. Tipos de suspensión.....	54
4.3. Poleoterapia.....	55
4.3.1. Sistema peso-polea.....	57
4.4. Mecanoterapia.....	58
4.4.1. Movimiento pasivo continuo.....	58
5. . ESTADO DE LA TÉCNICA.....	59
5.1. Electrical stimulation assisted rowing exercise in paraplegia.....	59
5.2. Diseño mecánico de una máquina para terapia de movimiento pasivo continuo en la rodilla.....	63
5.3. Diseño y construcción de una máquina de movimiento pasivo continuo para la terapia de rodilla.....	65
5.4. Cicloergómetro.....	66
6. TRABAJO DE CAMPO.....	68
6.1. Entrevista y observación de campo.....	69
7. PLANTEAMIENTO.....	71
7.1. Inactividad física en paraplejia.....	71

7.2.	Justificación.....	71
7.3.	Objetivos.....	77
7.4.	Metodología.....	78
7.5.	Requerimientos.....	81
7.6.	Determinantes.....	84
8.	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO.....	85
8.1.	Complicaciones en paraplejia.....	85
8.1.1.	Problemas digestivos.....	85
8.1.2.	Espasticidad.....	85
8.1.3.	Ulceras por presión.....	87
8.1.4.	Hipotensión ortostática.....	88
8.1.5.	Osificación heterotópica.....	88
8.1.6.	Cuadros de hipertonía o debilidad muscular.....	89
8.1.7.	Alteraciones en la estructura ósea.....	90
8.2.	Fuerza.....	90
8.3.	Resistencia física.....	91
8.3.1.	Resistencia muscular.....	91
8.3.2.	Resistencia física general.....	91
8.4.	Cambios en los sistemas muscular, cardiovascular y pulmonar que aumentan la resistencia.....	92
8.4.1.	Cambios inmediatos durante el ejercicio.....	92
8.4.2.	Cambios adaptativos.....	92
8.5.	Movilidad y flexibilidad.....	93
8.5.1.	Movilidad/flexibilidad de los tejidos.....	93
8.6.	Movilidad articular.....	94
8.6.1.	Amplitud de Movimiento.....	94

8.6.2. Movimientos articulares.....	95
8.7. Coordinación, equilibrio y destrezas funcionales.....	97
8.8. Posición anatómica.....	98
8.8.1. Planos y ejes de referencia.....	98
9. PROPUESTA DE DISEÑO.....	100
9.1. Introducción.....	100
9.2. Descripción formal.....	104
9.3. Vistas.....	105
9.4. Estructura principal.....	106
9.5. Asiento.....	108
9.6. Manillar.....	109
9.7. Sistema de movimiento (Palancas).....	110
9.8. Manipulación.....	112
9.9. Carcasa.....	115
9.10. Férula.....	116
9.11. Modo de uso.....	118
CONCLUSIONES.....	121
ANEXOS.....	124
REFERENCIAS.....	139

RESUMEN

Este proyecto es la tesis de grado para la carrera de Diseño Industrial, en el que se realiza la intervención en la rehabilitación de la persona con lesión medular, específicamente en paraplejia, en donde se identifica la problemática existente en las actividades de acondicionamiento físico, haciéndose evidente la necesidad de la autonomía para llevarlas a cabo; la inactividad física, trae como consecuencia problemas osteomusculares y a su vez, aumento en la incidencia de complicaciones, hospitalización y limitación para la realización de las Actividades de la Vida Diaria. Con las alternativas existentes, normativa, contexto y necesidades, se realiza una propuesta poniendo en práctica los conceptos de diseño, ergonomía, simplicidad, viabilidad técnica, procesos de producción y manufactura; empleando mecanismos y formas que permitan disminuir los riesgos ocasionados por realizar la actividad de manera inadecuada y facilitando el acondicionamiento físico autónomo en el paciente con paraplejia.

PALABRAS CLAVE: Rehabilitación, paraplejia, complicaciones osteomusculares, ejercicios terapéuticos, Autonomía, lesión medular, prevención, fase crónica.

ABSTRACT

This project is an Industrial Design graduate dissertation that consists on an intervention in a person's rehabilitation; a patient with a spinal injury, more specifically paraplegia. The first problem identified was found in the activities developed for physical conditioning, where there was need for autonomy. Physical inactivity can be a cause for musculoskeletal problems, as well as an increase in the medical issues, hospitalization, and trouble to achieve daily activities. With this in mind, and the existing alternatives, legal normativity, context, and needs, a proposal is developed by using the concepts of design, ergonomics, simplicity, technical viability, production and manufacturing processes, using mechanisms and shapes that allows the patient with paraplegia decrease the risks taken when developing the rehabilitation activities in a wrong way, as he gets a more autonomous physical conditioning treatment.

KEY WORDS: rehabilitation, paraplegia, musculoskeletal problems, therapeutic exercises, Autonomy, spinal cord injury, prevention, chronic phase.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en América Latina existen aproximadamente 85 millones de personas en situación de discapacidad, Colombia representa el 12% de esta población y según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2008) En Colombia la prevalencia de personas en situación de discapacidad es del 6.3% donde el 16.1% de las personas presentan limitación para cambiar y mantener las posiciones del cuerpo, el 51,0% para caminar, correr y saltar, el 9.7% para Bañarse, vestirse, alimentarse por sí mismo.

Las personas en situación de discapacidad, requieren de acciones o estrategias que limiten el impacto personal, social y económico que enfrentan, estas estrategias se enmarcan en los componentes de promoción de la salud y prevención de la discapacidad, habilitación/rehabilitación y equiparación de oportunidades.

En la promoción de la salud y prevención de la discapacidad, se busca la creación de hábitos, actitudes y comportamientos saludables que eviten la aparición de la discapacidad, fomentando el autocuidado, desde la habilitación/rehabilitación se busca promover el máximo de autonomía e independencia personal y prevenir mayores consecuencias de la discapacidad, facilitando la integración al medio familiar, social y ocupacional. Por otro lado, la equiparación de oportunidades se busca generar igualdad en oportunidades de las personas en situación de

discapacidad con el resto de la población en los diversos espacios de la vida ciudadana, social, económica, política y cultural.

La Lesión Medular, se trata de una lesión grave que afecta a 3 millones de personas en todo el mundo. En Colombia, se desconocen datos estadísticos sobre ello, sin embargo se han realizado diferentes estudios sobre el tema, por ejemplo: Un estudio descriptivo correlacional que realizó Henao C. *et al.* (2011) En instituciones de salud y rehabilitación de Manizales (Colombia) durante el segundo semestre del 2009 y el primero del 2010, con una muestra de 45 personas mayores de 18 años con lesión medular de variada etiología, nivel neurológico y completitud, con más de seis meses de evolución, de acuerdo a este estudio, se evidencia que este tipo de lesiones ocurren con mayor frecuencia en la población joven, entre los 16 y 35 años. Además, se reporta una mayor incidencia de la lesión medular en hombres, con una distribución por sexo de 4:1 (hombre: mujer). Por otro lado, se puede evidenciar que el estrato I con el 15%, el estrato II con el 33% y el estrato III con el 27%, corresponden a la población de mayor incidencia de lesionados medulares, con un nivel educativo básico del 71%, superior 27%, y según el nivel de la lesión son cervicales 25% Torácicas o dorsales 64% y lumbares 11%.

La paraplejia es una condición neurológica que genera diversas consecuencias corporales, individuales y psicosociales, en donde uno de los aspectos importantes que se deben tener en cuenta por la inactividad física, es la presencia de problemas osteomusculares, los cuales son uno de los riesgos primarios que pueden incrementar la incidencia de

complicaciones, hospitalización, dependencia y dificulta la ejecución de las Actividades de la Vida Diaria.

La dependencia es una de las consecuencias que afecta con mayor prevalencia las personas con paraplejia, pues se presenta una ruptura y un cambio en los hábitos del paciente, por lo tanto precisan de la atención de otra u otras personas o ayudas importantes para realizar las AVD. "La dependencia no sólo incrementa el riesgo de complicaciones, sino que produce sentimientos de pérdida de la intimidad, de la privacidad y del control sobre la vida y el cuerpo, lo que genera incertidumbre, ansiedad, estrés, depresión, angustia emocional e ideación suicida" (De Santo Madeya S. (2006) citado por Moreno M. (2011))

Por lo anterior, estimular la autonomía personal, se convierte en un factor importante, el individuo requiere tener la capacidad de controlar, afrontar y tomar, por iniciativa propia, sus capacidades y decisiones personales acerca de cómo quiere vivir, teniendo en cuenta las normas y sus preferencias.

Las complicaciones y sus consecuencias como la dependencia, pueden ser prevenidas o mejoradas a través del acondicionamiento físico, mediante el aprendizaje y el entrenamiento, de manera que el sistema músculo esquelético se ajuste a las condiciones para la realización de actividades cotidianas, laborales, recreativas, deportivas, etc. los avances en el conocimiento y atención de esta población logran aproximar su esperanza de vida a la de la población general, por lo que deben enfrentarse a llevar la vida en una situación de discapacidad que requiere

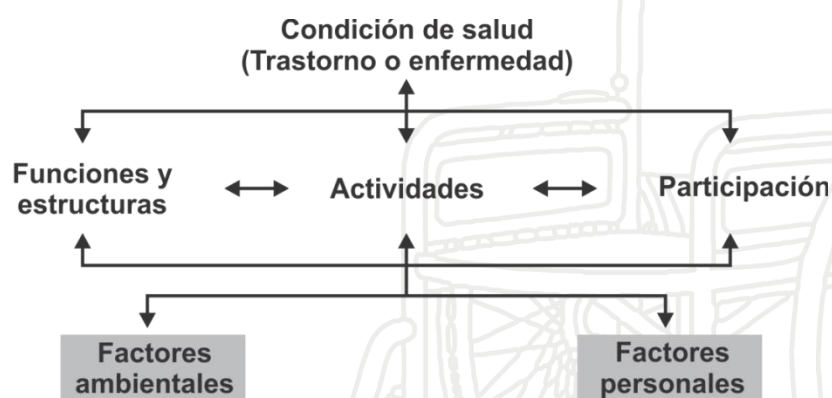
procesos de atención multidimensionales, interdisciplinarios e intersectoriales, en donde, surge la necesidad de analizar las características de cada individuo, como lo son las necesidades, la antropometría, fisiología, fuerza, objetivos de movilidad y las características de su entorno, en donde se deben optimizar aspectos como la comodidad, seguridad, rehabilitación y el desempeño.

Para el acondicionamiento físico autónomo en esta población se requieren equipos y/o elementos adecuados y seguros, y si bien en la actualidad en otros países se ha avanzado en la creación de estos equipos, en Colombia son pocas las opciones que ofrecen, que contemplen, no sólo las necesidades físicas y económicas, sino que también le brinden una total independencia para realizar la actividad. Es por esto que se planteó un elemento para realizar ejercicio llamado **AFA** (Acondicionamiento Físico Autónomo) como alternativa de entrenamiento y acondicionamiento físico autónomo para personas con paraplejia, **AFA** brinda como principal beneficio, la flexo-extensión de miembros inferiores, evitando la atrofia muscular y la contractura articular, además de permitir la semi-bipedestación, favoreciendo el retorno venoso, por otro lado, fortalece las extremidades superiores, músculos de tórax, abdomen y espalda, a través de los movimientos y la fuerza que realiza durante el ciclo del ejercicio, contemplando tanto aspectos de seguridad y ergonomía, como las condiciones espaciales y económicas de esta población. El acondicionamiento físico facilita el desplazamiento y la autonomía para la realización de las actividades de la vida diaria. Así, el objetivo de esta investigación, es facilitar y promover la autonomía personal y por ende, mejorar la calidad de vida.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Discapacidad

A lo largo del desarrollo de la humanidad, el concepto de discapacidad se ha modificado sustancialmente, entendiéndose no solo como un problema del individuo, sino también de la interacción de este con el entorno. La OMS en la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, con las siglas CIF (2001) en el contexto de la experiencia de la salud define que la Discapacidad indica los factores negativos existentes en la interacción entre el individuo, con una condición de salud determinada (enfermedades, trastornos, lesiones, traumas, etc.) y los factores contextuales, (ambientales y personales). Este término incluye deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Estas condiciones de salud, como se menciona en la CIF pueden ser visibles o invisibles; temporales o de largo plazo; estáticas, episódicas o degenerativas; dolorosas o sin consecuencias.



Fuente: Interacciones entre los componentes de la CIF (2011)

Los **Factores Ambientales** representan el entorno del paciente, el ambiente físico, social y actitudinal en el que las personas se desenvuelven, Los factores son externos a los individuos y pueden influir negativa o positiva en el desempeño/realización del individuo como miembro de la sociedad, en la capacidad del individuo o en sus estructuras y funciones corporales, es decir, pueden actuar como barreras o como facilitadores.

Entre los factores ambientales, se tienen en cuenta dos niveles, el *individual*, el cual es el ambiente inmediato de la persona, como son el hogar, lugar de trabajo o lugar de educación, se incluye también los aspectos materiales y físicos del ambiente, con que se enfrenta el individuo, así como el contacto directo con la familia, compañeros, amigos y desconocidos. El otro nivel es el de *Servicios y sistemas* en el que están las estructuras sociales formales e informales, servicios o sistemas globales existentes en la comunidad o la cultura, que tienen un efecto en los individuos, como son las organizaciones y servicios relacionados con el entorno laboral, actividades comunitarias, comunicación y transporte, redes sociales informales y también leyes, regulaciones, reglas formales e informales, entre otros.

Si bien en la CIF, Los **Factores Personales**, se reconocen, aún no se han conceptualizado ni clasificado, sin embargo, hacen referencia a los aspectos del individuo que no forman parte de su condición de salud. Entre los que se encuentran, la raza, la edad, el sexo, otros estados de salud, la forma física, los estilos de vida, los hábitos, el nivel social, la educación, la profesión, las experiencias actuales y pasadas, el tipo de personalidad, los aspectos psicológicos personales y otras características,

como pueden ser la motivación y autoestima, los cuales pueden influir en el grado de participación en la sociedad.

1.2. La rehabilitación en discapacidad

La información sobre las circunstancias personales que tienen las personas en situación de discapacidad, como las socioeconómicas y las necesidades satisfechas e insatisfechas, permiten mejorar las medidas orientadas a eliminar las barreras y prestar servicios que promueven la participación de las personas con discapacidad.

Una de las áreas problemáticas que establece Vásquez A. (2006) en la discapacidad, es la asistencia médica, en donde se tienen varios factores que impiden evitar la discapacidad o que esta empeore, como lo son: los programas de prevención y detección temprana, la asistencia especializada, por otro lado, las personas en situación de discapacidad afrontan costos adicionales vinculados a la atención médica o dispositivos para su rehabilitación, como también por la necesidad de apoyo y asistencia personal, adicionalmente enfrentan diferentes barreras para acceder a los servicios de salud, entre ellas, barreras actitudinales, físicas y sistémicas que dificultan el acceso a la atención, estos servicios deberían ser asequibles, de buena calidad y utilizar adecuadamente los recursos disponibles.

En el Informe Mundial Sobre la Discapacidad (2011), se define rehabilitación como “un conjunto de medidas que ayudan a las personas

que tienen o probablemente tendrán una discapacidad a conseguir y mantener el funcionamiento óptimo en interacción con su ambiente" es importante para permitirles la participación en la educación, en el trabajo y la vida cívica, esta es voluntaria y no solo interviene a la persona en situación de discapacidad, si no también, a la familia.

La rehabilitación hace referencia a las personas que han sufrido pérdida de algún funcionamiento y se requiere ayuda para recuperarlo al máximo, en donde además de mejorar el funcionamiento individual, incluye la introducción de cambios en el ambiente de la misma, ésta intervención se puede dar durante un periodo de tiempo determinado y puede implicar una intervención única o varias por parte de una persona o equipo de rehabilitación también, puede requerirse desde la fase aguda, la fase complementaria hasta la fase crónica o a largo plazo, es decir, desde la atención hospitalaria, hasta la rehabilitación en comunidad, tiene en cuenta también el reconocimiento de los problemas, las necesidades de la persona, la relación de estos con los factores contextuales, la definición de los objetivos de rehabilitación, planificación de las medidas y la evaluación de los efectos.

La rehabilitación puede ser llevada por profesionales de la salud, como por con especialistas en educación, empleo, bienestar social y otros ámbitos

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA



Fuente: Versión modificada del ciclo de rehabilitación de Steiner WA et al. (2002) citado en El Informe Mundial Sobre la Discapacidad (2011)

La rehabilitación busca contribuir a que la persona logre y mantenga un buen funcionamiento en su interacción con el ambiente y para esto se enfoca en las funciones y estructuras corporales, los factores ambientales y personales, las actividades y participación en estos últimos dos, evalúa el comportamiento en la comunicación, la movilidad, el autocuidado, la educación el trabajo, las actividades recreativas y la calidad de vida.

En la medicina de rehabilitación mejora el funcionamiento a través del diagnóstico y tratamiento de la condición de salud, reduce las deficiencias y trata las complicaciones, los especialistas, reciben el nombre de fisiatras, médicos en rehabilitación o especialistas físicos y en rehabilitación, intervienen también otras especialidades como psiquiatras, pediatras, oftalmólogos entre otros, al igual que terapeutas.

Por otro lado se tienen las terapias, cuyo objetivo principal es restaurar y compensar la pérdida de funcionamiento y evitar o retardar el deterioro del funcionamiento en las esferas de la vida de la persona, para lo cual se

cuenta con terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas, ortoprotesistas, psicólogos, auxiliares técnicos y de rehabilitación, de trabajo social, fonoaudiólogos, logopedas, los cuales realizan capacitación, ejercicios, educación, modificación del ambiente, apoyo y asesoramiento, suministro de recursos y ayudas técnicas.

En general con la rehabilitación se busca prevenir la pérdida de la función, mejorar, compensar o restaurar la función perdida, reducir el ritmo de la pérdida de una función y mantener la función actual.

Entre los contextos en que actúa la rehabilitación, según el Informe Mundial Sobre la Discapacidad (2011), están: la fase aguda (Hospitales y Clínicas) en la fase complementaria (centros de rehabilitación ya sea en el hospital o externos, residencias para enfermos mentales o geriátricos, cárceles e instituciones educativas) y en la fase crónica o a largo plazo (Instalaciones comunitarias, escuelas, lugares de trabajo, domicilio)

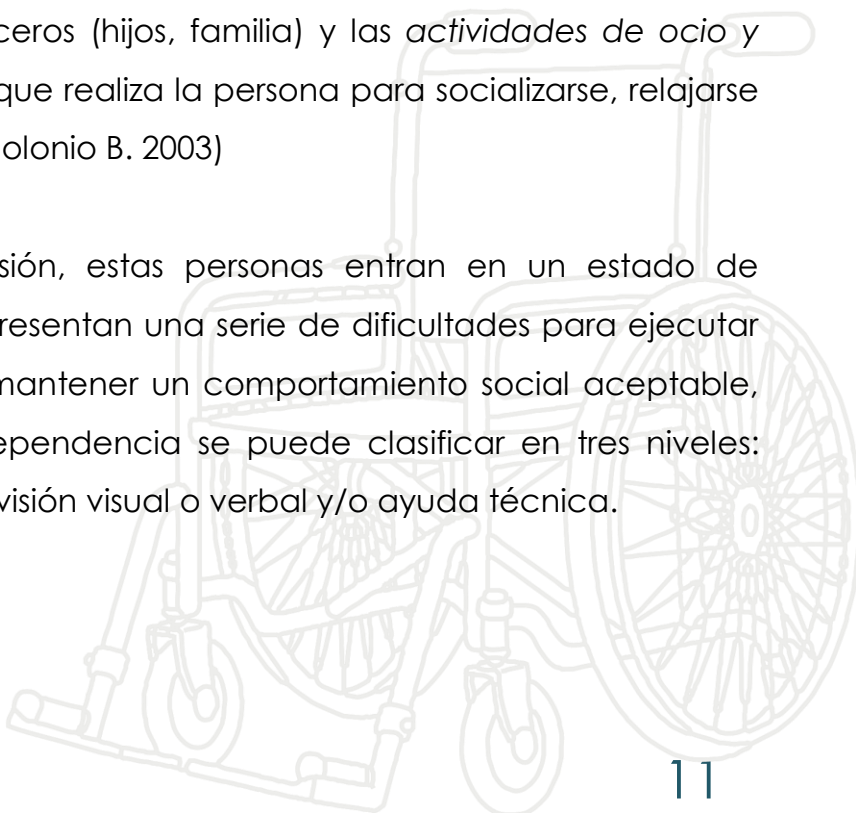
Para que los servicios de rehabilitación se presten adecuada y oportunamente se deben tener en cuenta ciertos aspectos en los que se presentan obstáculos, entre los que se encuentran, leyes y sistemas de prestación de servicios, mecanismos de financiamiento, recursos humanos para la rehabilitación y capacitación, tecnología y dispositivos asistenciales y programas de investigación.

1.3. Actividades de la Vida Diaria y Autonomía Personal

Para el presente trabajo se tendrá en cuenta la Autonomía personal desde el contexto de lesión medular, específicamente en la paraplejia.

Las actividades de la vida diaria, también llamadas AVD, incluyen todas aquellas actividades que realiza una persona en el día a día, la Asociación Americana de Terapia Ocupacional (AOTA) las categoriza en *Autocuidado*, *Productividad y ocio y tiempo libre*, las *Actividades de Autocuidado*, incluye las actividades rutinarias como alimentación, vestirse y desnudarse, evacuación, baño e higiene personal, actividades asociadas a la movilidad, sexualidad, y habilidades de procesamiento, es decir las relacionadas con la independencia personal, en las *Actividades productivas*, actividades relacionadas con roles u obligaciones que nos son de autocuidado u ocio, como las obligaciones domésticas, escolares, laborales, cuidado de terceros (hijos, familia) y las *actividades de ocio y tiempo libre*, son aquellas que realiza la persona para socializarse, relajarse o satisfacer sus intereses. (Polonio B. 2003)

En el momento de la lesión, estas personas entran en un estado de dependencia en donde presentan una serie de dificultades para ejecutar estas actividades y para mantener un comportamiento social aceptable, en Polonio B. (2003) la dependencia se puede clasificar en tres niveles: precisa ayuda física, supervisión visual o verbal y/o ayuda técnica.



En la lesión medular se presenta una ruptura y un cambio en los hábitos del paciente, por lo tanto precisan de la atención de otra u otras personas o ayudas importantes para realizarlas, estimular la independencia en la realización de esas actividades, se convierte en un factor importante, teniendo en cuenta que la realización de estas tareas tomará más tiempo que antes de la lesión, el individuo requiere tener la capacidad de controlar, afrontar y tomar, por iniciativa propia, decisiones personales acerca de cómo quiere vivir, teniendo en cuenta las normas y sus preferencias. La independencia en el paciente no solo lo beneficiará a él, sino también a su cuidador.

Las prioridades individuales variaran para cada persona, la indicación hacia las actividades deben estar orientadas a hacer más independiente al paciente, teniendo en cuenta las condiciones sociales que presenta, su entorno, las barreras arquitectónicas, el espacio físico, entre otros.

En Moreno M. (2011) entre sus nueve categorías relacionadas con los cambios del cuerpo en la paraplejia, presenta una categoría, llamada siendo dependiente y recobrando la autonomía, en donde define la dependencia como "la necesidad de recibir ayuda de otras personas o de equipos y aditamentos para realizar actividades que se consideran normales para una persona adulta, como son las actividades básicas cotidianas y las actividades instrumentales de la vida diaria, las cuales son muy importantes para vivir independientes en la comunidad." (pág. 210)

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA



Fuente: Moreno Fergusson María Elisa, *Cuerpo y corporalidad en la paraplejia: una teoría de enfermería*, Febrero de 2011.

En Moreno M. (2011) esta categoría comprende 4 subcategorías:

- **Siendo dependiente de otras personas**

Moreno M. (2011) plantea en esta categoría, como la paraplejia, representa un retroceso en la vida del individuo, en donde se vuelven dependientes de otras personas, amenazando alcanzar la metas que se habían propuesto, generando sentimientos de tristeza, no solo, por la situación antes de la lesión, sino también por representar una carga para los demás.

Al perder el control del cuerpo, pierden la capacidad de movilizarse y actuar libremente, es decir, depender de su propia voluntad, lo que altera la autoimagen de adulto responsable, necesitando ayuda para las actividades personales, como el baño, la eliminación, los traslados y los cambios de posición, para estas personas controlar el cuerpo se relaciona

con controlar el propio ser y después de la lesión, las actividades que realizaban espontánea y libremente, requieren de la voluntad y disposición de otras personas, por lo menos al inicio, al regresar al hogar, después de salir del hospital, es en donde más se concientizan de su situación, sin embargo, con el tiempo van adquiriendo habilidades para alcanzar la independencia, aunque requieran de ayuda, para algunas situaciones como para alcanzar objetos fuera de su alcance -entre ellos la silla de ruedas-, para cuidar a otras personas, y para atender a alguien en una situación de emergencia, incluso a sí mismo, esta situación de dependencia, trae sentimientos de: temor, Vergüenza, Impotencia, Rabia, Rechazo, resignación, enojo, desesperación.

- **Siendo dependiente de los equipos y aditamentos**

Uno de las principales ayudas con que cuentan estas personas, es la silla de ruedas, la cual consideran parte de sí mismos, ya que representa su capacidad para movilizarse y su independencia, que además debe estar a su alcance, pues de no ser así, genera sentimientos de tristeza y depresión

Por otro lado requieren de otros aditamentos como sondas, colchones, cojines, férulas y pañales, que si bien en algunas ocasiones generan sentimientos de rechazo, por tener que llevarlos a todas partes, sin embargo, reconocen lo necesarios que son y su función para mejorar sus condiciones, en donde suplen funciones corporales, facilitan funciones corporales, ayudan a mantener la imagen personal y previenen

complicaciones.

En este aspecto es importante resaltar, que si bien, son dependientes de estos equipos, son éstos lo que facilitaran la realización de actividades autónomamente, por lo que se hacen vitales para su rehabilitación.

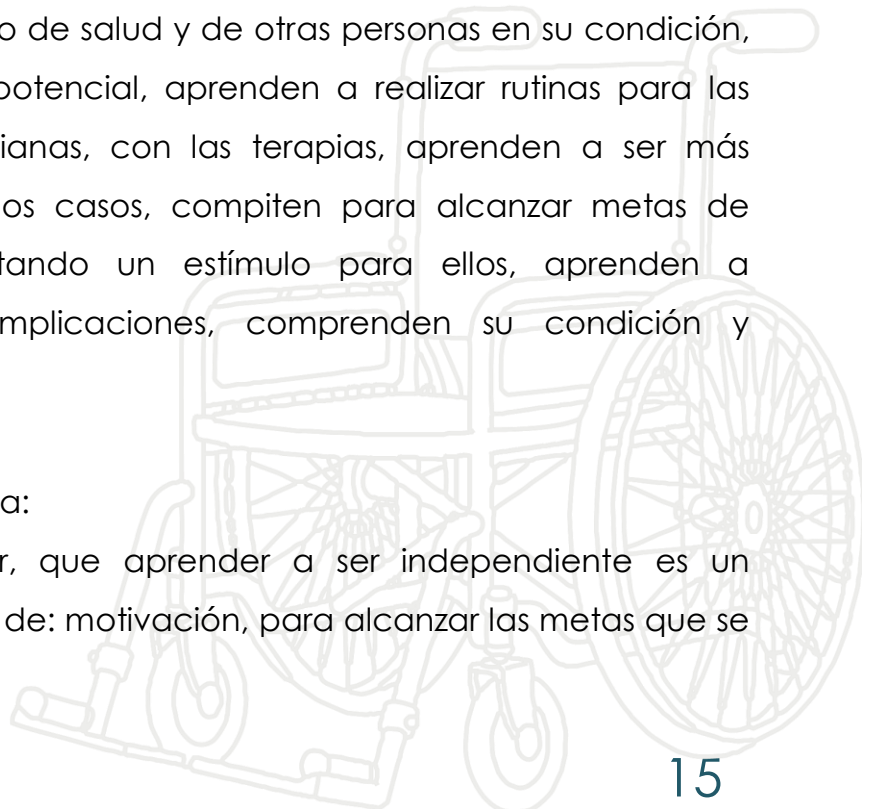
- **Aprendiendo a ser independiente**

En las personas con paraplejia, Una de las principales aspiraciones es recuperar la autonomía, para lo cual deben aprender a ser independientes, en donde si bien asisten a un programa de rehabilitación integral, este aprendizaje se da desde las propias experiencias y de las de personas en su misma condición.

En los programas de rehabilitación, reciben orientación y apoyo por parte de los miembros del equipo de salud y de otras personas en su condición, en donde descubren su potencial, aprenden a realizar rutinas para las actividades básicas cotidianas, con las terapias, aprenden a ser más independientes, en algunos casos, compiten para alcanzar metas de independencia, representando un estímulo para ellos, aprenden a prevenir y controlar complicaciones, comprenden su condición y aprenden a manejarla.

Moreno M. (2011) menciona:

Es importante anotar, que aprender a ser independiente es un proceso que requiere de: motivación, para alcanzar las metas que se



han propuesto; esfuerzo y dedicación constante y permanente, para fortalecer los brazos y recuperar el control del tronco, de tal manera que les permita poderse levantar, realizar los traslados, realizar las actividades de la vida diaria; y de confianza en sí mismos, para vencer los temores y sobreponerse a las dificultades. (Pág. 221)

Durante el proceso de aprender a ser más independiente las personas experimentan: esperanza, auto-reconocimiento y autosatisfacción, por las metas alcanzadas, lo que mejora el autoestima y representa una motivación para seguir adelante, sin embargo, en algunas ocasiones experimentan la soledad, cuando se reducen las actividades con el programa de rehabilitación y empiezan sin el apoyo del equipo de salud y los pacientes del programa.

- **Alcanzando una “nueva” independencia**

En el momento en que las personas con paraplejia deciden esforzarse para superar las dificultades, desarrollan habilidades, aprenden estrategias y técnicas para alcanzar la independencia, son creativos, asimilan lo aprendido en los programas de rehabilitación y lo ponen en práctica, realizan actividades para prevenir complicaciones, realizan ejercicio, retoman la actividad laboral y la vida normal retomando los roles, que tenían antes de la lesión, alivian la carga de los cuidadores, entre otros. El pasar de ser dependientes a recuperar la autonomía, es un proceso individual, que requiere de esfuerzo, paciencia, disciplina y confianza.

En esta subcategoría se habla de una “nueva independencia”, ya que

la dependencia en las personas con paraplejia, es inevitable, por las características irreversibles y las secuelas, en donde, dependen de otras personas, de aparatos y aditamentos, ambientes adaptados, entre otros. (Moreno M. 2011)

1.3.1. Familia

La familia cumple un papel importante para el apoyo del lesionado medular durante su recuperación y rehabilitación, la familia, debe transmitir confianza y seguridad a través de comunicación verbal y no verbal, es conveniente que la familia le proporcione medios de información y distracción, compartir actividades lúdicas, debe motivarlo y compartir sus logros, sin embargo, no debe sobreproteger al paciente, debe fomentar la independencia a través del aprendizaje de las actividades.

Es importante también entender que la familia también requiere de orientación y apoyo psicológico, ya que ésta experimenta una preocupación e incertidumbre, por todo lo que representa el estado de salud de la persona con Lesión Medular, por un lado está el cuidado del paciente, lo cual representa una sobrecarga para el cuidador principal y en algunos casos lleva al *síndrome del cuidador*, ya que a menudo, la responsabilidad de proporcionar los cuidados necesarios, recae sobre una sola persona y puede traer alteraciones en las relaciones familiares, lo que genera estrés, agotamiento, resentimiento y depresión, sin embargo, en algunos casos estas personas permanecen solas, por lo que generar agentes de autonomía en el paciente no solo traería beneficios para él, si

no, también para su familia. La independencia resulta un aspecto importante que se debe tener en cuenta, ya que la dependencia representa una frustración para las personas con paraplejia, ésta produce sentimientos de pérdida de la libertad, control sobre su cuerpo y su vida.

1.4. Ayudas técnicas

En la NTC-ISO 9999 se define ayuda técnica como: "cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico utilizado por una persona con limitación, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia, incapacidad o impedimento." Para el presente trabajo, se entenderá ayuda técnica como cualquier elemento o medio, que facilite la movilidad o rehabilitación de un individuo en situación de discapacidad, que le permita mejorar su autonomía y su calidad de vida.

Estos dispositivos permiten disminuir la discapacidad y pueden sustituir o complementar los servicios de apoyo, que a su vez permite reducir los costos de la asistencia como también, mejorar la función, la participación y la satisfacción de los usuarios, para personas con dificultades de movilidad se encuentran las muletas, prótesis, ortesis, sillas de ruedas, triciclos, equipo de entrenamiento, entre otros.

Las ayudas técnicas deben ser sencillas, eficaces en su objetivo, seguras y estar fabricadas con materiales resistentes, duraderos, de fácil limpieza, estéticos y de bajo costo, y estar dirigidas a conseguir la máxima

autonomía de la persona en situación de discapacidad o con limitación para la realización de alguna actividad, disfrutando de la independencia, alcanzando una igualdad en oportunidades, es aquí donde a través del diseño industrial, estos elementos cumplen con las funciones y objetivos propuestos. (Sánchez J. Fuentes M. Platero, 2006 en Sánchez I. *et al.* (Ed.))

Las ayudas técnicas brindan nuevas oportunidades a las personas que tienen limitaciones en su movilidad, comunicación, aprendizaje, autocuidado y vida doméstica, compensando una función de movilidad, como es el caso de muletas, caminadores, bastones y ortesis; o de desplazamiento como las sillas de ruedas, o reemplazar una estructura corporal como las prótesis, mejorando su participación en la sociedad.

En Ríos A. Laserna R. Melo R. Vargas M. (2007) se observa como en Colombia específicamente en Bogotá D.C. se cuenta con los Bancos de Ayudas Técnicas (BAT) quienes regulan la adquisición de ayudas técnicas por las personas en situación de discapacidad, Los lineamientos del BAT se enmarcan dentro de las directrices de la Secretaría Distrital de Salud (SDS) para sus acciones en discapacidad bajo la estrategia de Rehabilitación Basada en Comunidad (RBC), dentro de un enfoque de derechos humanos y de promoción de calidad de vida y salud. Lo que permite entender a las ayudas técnicas como medios por los que las personas en situación de discapacidad pueden realizar actividades, superar barreras, acceder a diferentes escenarios, mejorar su calidad de vida, incrementar su autonomía y conseguir mayor participación social, permitiendo la equidad entre las personas satisfaciendo necesidades especiales, permitiendo oportunidades para el desarrollo y participación en igualdad

de condiciones, tanto laborales, como en educación juego, recreación, libre desplazamiento y autonomía, entre otros.

El BAT se constituye en un centro de ayudas técnicas para las personas en situación de discapacidad que las requieren y no cuentan con los recursos para adquirirlas, en las 20 localidades de Bogotá, conformada por las personas en situación de discapacidad y sus familias, profesionales de la rehabilitación y proveedores que comercializan las ayudas técnicas y/o - las entidades que realizan donaciones, siendo el BAT el núcleo y mediador de los actores.

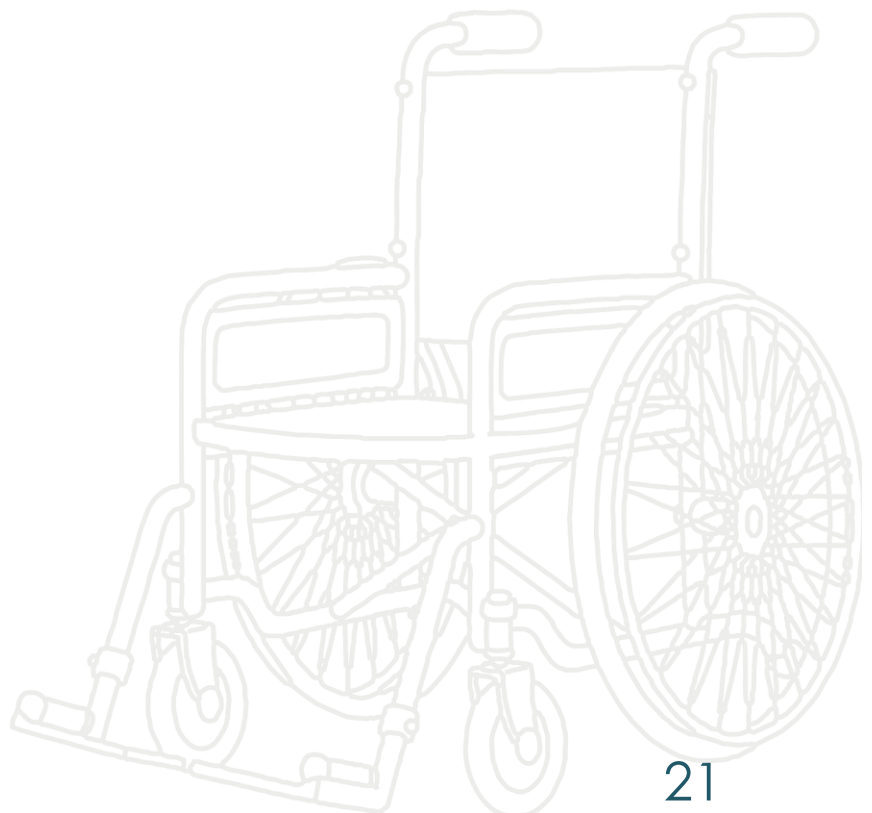
Por otro lado si bien se tienen los lineamientos y normativa en donde algunas ayudas técnicas están incluidas dentro de los beneficios del Plan Obligatorio de Salud (POS), como lo son ortesis, prótesis, muletas y estructuras de soporte para caminar, no se encuentran definidos ni clasificados, por lo que el otorgamiento de la misma no se realiza de manera uniforme. Ríos A. *et al.* (2007) menciona que la SDS manifiesta que: "El Régimen de Seguridad Social en Salud en Colombia no contempla la entrega de ayudas técnicas, por lo tanto se dispone a través de proyectos especiales...".

Se excluye el otorgamiento de ayudas técnicas por accidente de trabajo o enfermedad profesional, de los BAT, ya que estará a cargo de la entidad Administradora de Riesgos Profesionales (ARP).

Si bien la NTC ISO 9999 clasifica las ayudas técnicas en clases, subclases y divisiones; cada una de las cuales maneja un código y un nombre técnico

(Ver anexo 1) para Sánchez J. *et al.* (2006) en Sánchez I. *et al.* (Ed) Dependiendo de los objetivos las Ayudas Técnicas pueden ser: Preventivas (disminuyen el potencial agresivo y evolutivo de una patología), Facilitadoras (aumentan las posibilidades funcionales del individuo), Compensadoras (aumentan la capacidad de efectuar gestos que, dado el grado de discapacidad serían imposibles)

Por otro lado, según el proceso de fabricación hasta llegar al usuario final, pueden ser: Producto fabricado en serie (producto comercializado para una utilización concreta que no será modificada) Producto adaptado (producto que es fabricado y debe modificarse de acuerdo a especificaciones concretas o prescripciones médicas que se adapten a las necesidades de un usuario determinado) Producto a medida (producto fabricado específicamente para un usuario determinado, de acuerdo a una prescripción médica).



2. MARCO CONTEXTUAL Y LEGAL

2.1. La situación de discapacidad en Colombia

Para Vásquez A. (2006) las personas que tienen alguna discapacidad, independientemente de su condición económica, clase social, edad, genero, raza y cultura, ya sean solos o con familia, reclaman a la sociedad, el derecho a la igualdad de condiciones en los servicios de la salud, educativos, recreativos y laborales, para desempeñarse como ciudadanos activos y participantes, como también participar en la toma de decisiones en políticas y programas que los afecte, para esto, se requieren mecanismos de promoción de la salud y prevención de discapacidad, recuperación funcional y la inclusión social, esto para tener una vida digna y de buena calidad, además de participar plenamente en la sociedad y contribuir al desarrollo socioeconómico de su comunidad.

La desigualdad viola la dignidad de estas personas, son objeto de violencia, abuso, prejuicios o falta de respeto a causa de su discapacidad, en algunas ocasiones pierden su autonomía en algunos aspectos como la esterilización involuntaria. (Informe Mundial Sobre la Discapacidad, 2011)

Polonio B. (2003) refiere que frente a los problemas de discapacidad es necesario al formulación de políticas con los siguientes fines: 1. Que se asegure el cumplimiento de los derechos ciudadanos de la personas con discapacidad, 2. Que se tengan los presupuestos necesarios para la planificación y ejecución de programas de servicios en donde se tenga en

cuenta la salud, el trabajo, vivienda, educación, seguridad social, transporte, telecomunicaciones, la recreación y la rehabilitación de personas.

La población Colombiana en situación de discapacidad tiene los mismos derechos que todos los ciudadanos colombianos, son personas que pueden aportar a la sociedad y producir, además de contribuir al mejoramiento de su calidad de vida y la de los que lo rodean, para lo cual se plantean normas y leyes cuyo objetivo es prevenir la incidencia de discapacidad y mejorar la calidad de vida de estas personas, sus familias y la accesibilidad a los servicios sociales que los afectan.

Para el DANE (2008) En Colombia la prevalencia de personas en situación de discapacidad es del 6.3% donde el 16.1% de las personas presentan limitación para cambiar y mantener las posiciones del cuerpo, el 51,0% para caminar, correr y saltar, y el 9.7% para Bañarse, vestirse, alimentarse por sí mismo.

2.1.1.Legislación

Existen normas y leyes en donde se tiene en cuenta el tema de la discapacidad, que van desde la terminología hasta la integración y participación comunitaria, esta legislación se ha dado por la acción de los mismos discapacitados y las instituciones que prestan los servicios y atención, en donde los consejos nacionales, garantizan la aplicación de estas leyes y creación de actividades y programas.

La legislación puede ayudar a satisfacer las necesidades de atención de las personas en situación de discapacidad, en donde se mejoren los problemas en la accesibilidad, la asequibilidad, la disponibilidad y la calidad, para esto deben actuar no solo el sector de la salud, si no también, los sectores de educación, transporte, vivienda, trabajo y bienestar social, para permitirles participar activamente en la vida comunitaria.

- **Legislación Colombiana en Materia de Discapacidad**

En Colombia con anterioridad a la Constitución de 1991, se habían dado algunas disposiciones con respecto a la discapacidad; sin embargo, a partir de la expedición de la Carta Magna, se ha venido consolidando un marco jurídico que determina los derechos de la población con discapacidad y, al mismo tiempo, las obligaciones del Estado y la sociedad para con ellos. En la constitución del 1991 se desarrollan los derechos fundamentales de las personas y sus derechos económicos, políticos y sociales entre los cuales vale destacar algunos relacionados con:

- Derechos Generales: Artículos 13 y 42
- Salud y Seguridad Social: Artículo 47, 48 y 49
- Educación: Artículos 67 y 68
- Trabajo: Artículos 25 y 54
- Recreación y deporte: Artículo 52
- Cultura: Artículo 70
- Información: Artículo 20

De acuerdo al desarrollo de estas políticas, se han tratado de fortalecer los programas de rehabilitación, en donde se busca brindar una atención fundamentada en las necesidades individuales, aprovechando al máximo las capacidades residuales, para lograr alcanzar el mayor grado de independencia posible, por otro lado se busca mejorar las capacidades físicas de los afectados, desarrollando nuevas habilidades para afrontar sus actividades diarias, logrando además, prevenir problemas de salud. (Moreno M. 2011)

2.1.2. Marco normativo colombiano relacionado con ayudas técnicas

Revisar el tema de ayudas técnicas desde la norma, puede centrarse desde la Constitución Política de Colombia de 1991, en donde se tiene en cuenta la participación ciudadana y comunitaria, y se reconoce a las personas en situación de discapacidad y a sus familiares, quienes por mucho tiempo han sido marginados por la sociedad, por lo que el cumplimiento de los derechos humanos se convierten en un aspectos fundamental para estas personas, algunas de estas normas o proyectos buscan organizar y unificar las acciones técnicas y administrativas en la forma como operan los servicios de tecnología de asistencia en el Distrito.

Algunos artículos que se encuentran en la Constitución Política de 1991 están encaminados a garantizar el bienestar de esta población y hacen referencia a la protección, atención, apoyo e integración social de las personas en situación de discapacidad; otro elemento importante es

la ley 361 de 1997, principalmente los artículos 20 y 21 en donde se promueve que el Plan Obligatorio de Salud (POS) proporcione a las personas en situación de discapacidad las ayudas técnicas u otros elementos necesarios para la población con limitación de escasos recursos y en el artículo 46 en el cual se explicita que “La accesibilidad es un elemento esencial de los servicios públicos a cargo del Estado y por lo tanto deberá ser tenido en cuenta por los organismos públicos o privados en la ejecución de dichos servicios”

Por otro lado está el CONPES 80, la ley 100 de 1993, la ley 361 de 1997, la ley 324 de 1996, la resolución No. 5261 de 1994, el acuerdo No. 72 de 1997, el acuerdo 74 de 1997, el decreto 1295 de 1994 y el acuerdo 222 de 2006. En el capítulo tercero de la ley 361 de 1997, de la rehabilitación, establece que toda aquella persona con limitación que no haya desarrollado al máximo sus capacidades tiene derecho a continuar el proceso requerido para alcanzar óptimos niveles de funcionamiento, en lo físico, psíquico, fisiológico, ocupacional y social, en donde Gobierno Nacional a través de los Ministerios de Trabajo, Salud y Educación Nacional, establecerá los mecanismos necesarios para que se den por medio de los programas y servicios de rehabilitación integral, readaptación funcional, rehabilitación profesional e instrumentos, implementos, equipos y ayudas que precise.

3. LESION MEDULAR

Para entender el concepto de lesión medular, es necesario conocer la anatomía de la medula espinal, la columna vertebral y los sistemas orgánicos en cuya función intervienen, en Plaza L. Valdizán M. (2005) se encuentran las siguientes descripciones de medula espinal, columna vertebral y sistema nervioso autónomo.

- **La columna vertebral**

La columna vertebral representa el eje óseo del cuerpo. Es una estructura elástica y flexible constituida por 24 huesos independientes llamados vértebras, divididas en 7 cervicales, (curvatura de convexidad anterior, muy móvil, soporta la cabeza y permite sus movimientos), 12 dorsales (convexidad posterior, soporta la caja torácica y sus vísceras, pulmones, corazón) y 5 lumbares (convexidad anterior, soporta el peso del cuerpo y las vísceras abdominales) y se continúan por otras 5 vértebras sacras soldadas entre si y que constituyen el hueso sacro y el coxis constituido por la fusión de 4 vértebras (vértebras coxígeas), ambas de convexidad posterior.

La columna tiene como función servir de soporte al cuerpo, proteger a la médula espinal y servir de palancas óseas para realizar los movimientos del tronco.

- **La médula espinal**

La médula espinal es la parte del sistema nervioso central ubicada en el canal raquídeo y que se extiende desde el bulbo raquídeo en su parte superior hasta la 1ª vértebra lumbar en su parte inferior o hasta la parte superior de la 2ª vértebra lumbar.

Su longitud es de aproximadamente 42-45 cm. Es cilíndrica y termina en el cono medular y en la cola de caballo.

De la médula espinal, salen unas ramificaciones que se distribuyen por todo el cuerpo, son los nervios espinales o raquídeos que constituyen el sistema nervioso periférico, encargado de transmitir las señales hacia los centros nerviosos y ejecutar las respuestas que ellos emiten mediante impulsos nerviosos.

Las funciones de la médula son por un lado **Centro de reflejos elementales**, por otro **Transmisión de impulsos nerviosos**.

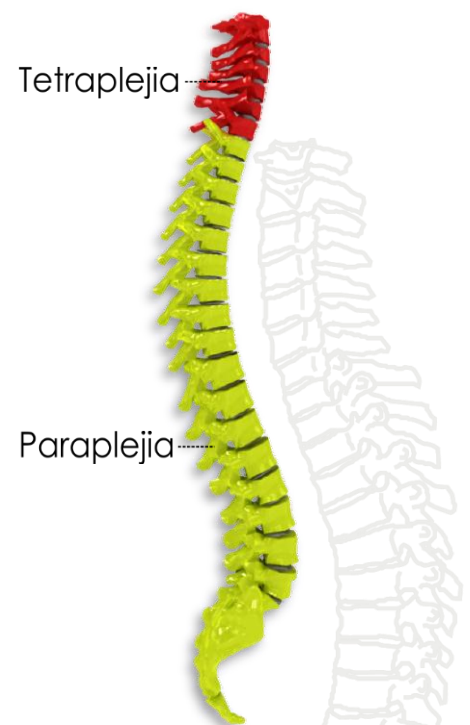
- **Sistema nervioso autónomo**

Forma parte del sistema nervioso periférico, sus funciones no están controladas voluntariamente. Se distribuye a vísceras glándulas y vasos de todo el cuerpo. Es un sistema motor y automático, ya que la mayoría de sus funciones se ejecutan a nivel inconsciente, está, sin embargo, integrado en el funcionamiento del resto del sistema nervioso, está constituido por dos cadenas de ganglios situados a los lados de los cuerpos vertebrales.

Anatómicamente tiene dos divisiones, simpático y Parasimpático y está formado por dos tipos de neuronas una llamada preganglionar, situada dentro del sistema nervioso central, esta envía su axón hacia fuera para conectar con la neurona situada en los ganglios autónomos y de allí el axón postganglionar pasaría a su destino final.

3.1. Lesión medular

La lesión medular es la consecuencia resultante de la interrupción de las vías nerviosas que comunican el cerebro con el resto del organismo. Esta interrupción ocasiona en la persona, un cese de sus funciones motoras, sensitivas y vegetativas en la parte de organismo que queda por debajo de la lesión, además de alteraciones vesicales, intestinales, cardiovasculares, sexuales, entre otros, este trauma afecta todos los aspectos de la vida, disminuye las capacidades físicas y limita a la persona a la hora de llevar a cabo sus actividades.



Fuente: Autor

Las causas de las lesiones medulares pueden ser traumáticas (Caídas, accidentes de tránsito, laborales, deportivas, agresiones) o médicas (neoplasia, infecciosas, malformaciones, vasculares, degenerativas y

desmielinizantes, postulares, complicaciones), en Henao C. *et al.* (2011) donde se realiza un estudio en la ciudad de Manizales, respecto a los factores etiológicos, los traumatismos constituyen aproximadamente el 60% de los casos de lesión medular en países desarrollados, y cerca del 80% en países en vía de desarrollo como Colombia.

Según la muestra de Manizales, la lesión traumática corresponde al 96% de las causas, siendo la violencia el factor principal, debido a las heridas por arma de fuego con un 44% o armas corto punzantes, seguido por los accidentes de tránsito con un 20% y otras causas como: Las caídas de altura, los accidentes deportivos y laborales, y las zambullidas en aguas poco profundas, con un 36%.

La clasificación de la lesión medular puede ser según el nivel y según la extensión, según el nivel, en Polonio B. (2003) se encuentra que el nivel de lesión se determina a partir del segmento neurológico más caudal que se encuentra normal, tanto para la función motora, como para la función sensitiva, se pueden distinguir dos tipos: tetraplejia (este término describe la disminución o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos cervicales, debido a la lesión de los elementos neurales dentro del canal medular. La *tetraplejía* se caracteriza por la disminución de la función de los brazos, tronco, piernas y órganos pélvicos. No incluye lesiones del plexo branquial o lesión de nervios periféricos fuera del canal neural) y la *Paraplejía*, el cual describe la disminución o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos torácicos, lumbares o sacros, secundaria a daño de los elementos neurales dentro del canal medular. La paraplejía deja indemnes los brazos pero, dependiendo del nivel, puede involucrar el

tronco, las piernas y los órganos pélvicos. Con este término también se describen las lesiones de cola de caballo y del cono medular, pero no las lesiones del plexo lumbosacro o lesiones de los nervios periféricos fuera del canal medular.

Y según la extensión en Harvey L. (2010) Para la clasificación según la extensión se tiene en cuenta la escala de discapacidad ASIA, (Ver anexo 2.) (American Spinal Injury Association) la cual se basa en una valoración estandarizada motora y sensitiva, las cuales pueden ser completas ASIA A, o sin función motora o sensitiva en S4-S5 e incompletas, ASIA B, C, D E, en las B, C y D se conserva alguna función motora o sensitiva, y se le da el valor de acuerdo a los músculos afectados y finalmente en la ASIA E, la Función sensitiva y motora normal.

Las personas con lesión Medular, presentan una serie de trastornos, que afectan directa o indirectamente el proceso de rehabilitación entre las que se encuentran: **alteraciones de la termorregulación, alteraciones vesicales, alteraciones de la función sexual, alteraciones respiratorias, alteraciones cardiovasculares.**

Por otro lado durante el periodo de recuperación y a lo largo de la vida de las personas con una lesión medular, pueden presentarse complicaciones que retrasen la rehabilitación o disminuyan la calidad de su vida, estas complicaciones en su mayoría se dan por la pérdida de control sensorial y motor, en donde la actividad física regula varios aspectos que van ligados al buen funcionamiento corporal. (Polonio B. 2003) entre ellos están: problemas renales y vesicales, problemas digestivos, espasticidad, la cual

puede ser leve, moderada o grave, (ver anexo 3), sin embargo, clínicamente la espasticidad se evalúa de acuerdo a la escala Ashworth, Úlceras por presión, hipotensión ortostática, osificación heterotópica, cuadros de hipertensión o debilidad muscular, alteraciones de la estructura ósea, contractura articular, atrofia muscular por falta de uso, entre otras.

Para el presente trabajo se hará énfasis en la contractura articular y la atrofia muscular la cuales incrementan la incidencia de complicaciones, hospitalización, dependencia y dificulta la ejecución de las AVD.

- **Contractura articular**

La contractura o falta de movilidad articular, se pueden dar por espasticidad o por cambios estructurales de los tejidos blandos que recubren las articulaciones, esta complicación impide llevar a cabo tareas motoras, crean deformidades antiestéticas y predispone a presentar úlceras por presión, lo que limita la actividad y la participación. (Harvey L. 2010)

La contractura articular representa una de las complicaciones que afectan la independencia del individuo, debido a que ésta, limita la movilización del paciente y por ende los traslados, además de favorecer la presencia de úlceras por presión aumentando los índices de hospitalización, esto por otra parte, interrumpe las actividades laborales, educativas y de rehabilitación.

- **Atrofia muscular por falta de uso**

En López J. *et al.* (2008) La musculatura se atrofia cuando no realiza su actividad normal o no es usada en su función adecuadamente. En la lesión medular, el volumen y la masa muscular son inferiores al de una persona sin lesión medular, se tiene menos actina y miosina (proteínas contráctiles) y genera una fuerza máxima de contracción menor, hay una transformación del fenotipo de fibra muscular.

La pérdida de la extensibilidad de los músculos que actúan sobre las articulaciones, pueden traer repercusiones importantes para la función.

La atrofia muscular, lleva a un incremento de complicaciones secundarias como:

- **Artrosis, anquilosis u osificaciones ectópicas:** especialmente en grandes articulaciones (cadera y pelvis), en las que reciben mucho peso corporal y en aquellas con mala alineación.
- **Fatiga:** Hay dos tipos de fatiga: una fatiga denominada intrínseca, en musculatura total o parcialmente paralizada por debajo del nivel de la lesión. Esta fatiga es debida a la desnervación total o parcial de las motoneuronas y/o a los cambios metabólicos que se producen en el músculo. Otro tipo de fatiga, denominada crónica, aparece a largo plazo, vinculada a la falta de una buena capacidad funcional fisiológica por inactividad y envejecimiento

3.2. Paraplejia

Teniendo en cuenta que el propósito fundamental de este documento es el de analizar el proceso de rehabilitación del paciente parapléjico haciendo énfasis en las actividades y ejercicios físicos, para el acondicionamiento del cuerpo, a continuación se hará una breve descripción de algunos aspectos referentes al tema de la paraplejia, haciendo énfasis únicamente en los aspectos más relevantes para el objetivo de investigación.

Las condiciones principales de la paraplejia son Pérdida de movilidad y sensibilidad por debajo de la lesión, requiere de ayudas técnicas para la movilidad, transporte y ayuda para realizar las actividades de la vida diaria y por la pérdida de sensibilidad requiere mayor cuidado de la piel para evitar úlceras por presión, falta de control de esfínteres para la micción y defecación, puede presentar o no, espasticidad de los músculos paralizados, es decir, movimientos bruscos sin control voluntario, alteraciones de la función sexual y reproductiva que varían según el nivel de la lesión.

En Harvey L. (2010) En la paraplejia según el nivel, se observan las siguientes características:

- **Paraplejía dorsal:** conservan el movimiento de los miembros superiores completamente, grados de parálisis del tronco, que varían de acuerdo al nivel si es dorsal alto o bajo, lo que dificulta el sentarse

con apoyo y las transferencias, también presentan parálisis total de los miembros inferiores.

- **Paraplejía lumbar y sacra:** presentan una extensión variable de la parálisis de los miembros inferiores.

3.3. Rehabilitación en persona con paraplejía

En la paraplejía, la rehabilitación está enfocada a través de la terapia física, terapia ocupacional y terapia psicológica, para el presente trabajo se hará énfasis en la terapia física, en donde se evidencia como el acondicionamiento físico, favorece la movilización del paciente.

3.3.1. Terapia ocupacional

La terapia ocupacional se debe realizar con un enfoque holístico, desde la fase aguda, hasta la fase de integración, es decir, hasta la inclusión en la comunidad, valora las capacidades y los problemas físicos, psicológicos y sociales de la persona, capacitándola para alcanzar el mayor grado de independencia en su vida diaria, durante la recuperación y la adaptación de la enfermedad. Sánchez I. Ferrero A. Aguilar J. Climent J. Conejero J. Flórez M. Peña A. Zambudio R. (2008), el tratamiento debe ser individualizado, estableciendo metas y métodos para cumplir los objetivos, y los logros funcionales que pueden alcanzar, serán de acuerdo al nivel de la lesión (ver anexo 4). La intervención de la terapia ocupacional se realiza

en las cuatro fases: Fase aguda, Fase de sedestación, Fase de rehabilitación activa, Fase de integración. (Polonio B. 2003)

Otro de los factores importantes en la rehabilitación de la persona con paraplejia es *Bipedestación y Marcha*, en Montoto A. Ferreiro M. Rodríguez A. 2006 en Sánchez I. *et al.* (Ed.) La bipedestación puede realizarse en un plano inclinado, con la ayuda de aparatos o sillas de bipedestación y es beneficioso para disminuir la espasticidad, prevenir las úlceras, tiene efectos positivos sobre la vejiga y el intestino y retrasa la pérdida de masa ósea, además del beneficio psicológico, aumentando e autoestima, por otro lado se encuentra que en la marcha se pueden distinguir tres niveles: Marcha terapéutica (requiere de ayuda para caminar, puede realizar marcha pendular o en cuatro puntos) Marcha domiciliaria (La persona es independiente relativamente para caminar en el domicilio, sin embargo es posible que requiera ayuda para transferencias y no camina en exteriores) Marcha comunitaria (la persona es independiente en la marcha por exteriores, en distancias cortas, con o sin ortesis y/o ayudas técnicas).

Harvey L. (2010) para la bipedestación los pacientes con paraplejia, es fundamental por su incidencia a nivel óseo, estas personas pueden deambular con ayudas de marcha en terreno llano, para lo cual deben tener la fuerza suficiente en los miembro superiores y un soporte ortésico suficiente, sin embargo, limita la realización de tareas con los miembros superiores durante el proceso, ya que son los soportes para realizarlos, por otro lado, estos pacientes rechazan la apariencia con elementos aparatosos, Moreno M. (2011) por lo que usualmente se utiliza solo para hacer ejercicio o una tarea específica.

Según Harvey L. (2010) La bipedestación, permite prevenir la osteoporosis, disminuir la espasticidad, favorecer la función renal y el tránsito intestinal, mejorando el peristaltismo intestinal, facilitando la función evacuatoria y mejorando la eliminación de orina, mejorar el retorno venoso, prevenir las úlceras por presión, evitar deformidades articulares y mejorar el estado anímico.

3.3.2. Terapia psicológica

En Plaza L. *et al.* (2005) la intervención psicológica en el lesionado medular, se realiza desde su ingreso hasta el alta hospitalaria, el trauma que genera la lesión, es difícil de aceptar emocionalmente para el paciente y la familia, se requiere de una adaptación progresiva para el cambio, si se logra superar emocionalmente las limitaciones, se puede tener una buena calidad de vida, se ayuda al paciente a aceptar las pérdidas derivadas de su lesión y a buscar alternativas que le permitan adaptarse a su nueva situación.

Las etapas psicológicas por la que atraviesa un paciente con lesión medular empiezan por un Shock Psicológico, en donde se presenta ansiedad, no está totalmente consciente de sus estado y se centra en las limitaciones, pasa a la etapa de la negación, que utiliza como defensa, pero afecta la rehabilitación por la falta de colaboración, al igual que en las etapas siguientes que son la de protesta en donde se torna agresivo y poco tolerante y la etapa depresiva, donde hay pérdida de apetito y decaimiento, por último pasa a la etapa de identificación, en donde es

consciente de su situación y limitaciones físicas, desarrollando potencialidades y buscando soluciones a problemas específicos. Colabora con el proceso de rehabilitación, en todas las etapas la familia es un apoyo importante, se debe mantener un entorno estable y con explicaciones comprensibles.

3.3.3. Terapia física

La terapia física se realiza a través de ejercicios terapéuticos, entendiéndolo entre dos conceptos: ejercicio, que implica la utilización de los músculos para algún tipo de esfuerzo, el cual causa movimiento de alguna parte del cuerpo y terapéutico, en el cual se explica que este esfuerzo debe ser parte de un programa bajo supervisión médica para mejorar funciones determinadas. (Guerra J. 2004).

Las personas con Lesión Medular, requieren de disciplina y establecer una rutina de cuidados que permitan mantener la integridad de las estructuras corporales, la mayoría de las complicaciones osteomusculares se dan por la inactividad física, por lo que es necesario mantener una rutina de actividades de *acondicionamiento físico*, orientados a mantener activo el cuerpo, mejorar la movilidad de las articulaciones, conservar el arco articular, evitar la atrofia de los músculos paralizados y desarrollar masa muscular en las extremidades superiores que favorezca al aumento de la fuerza para potencializarlos al máximo, ya que estos no han sufrido alteración, lo que permite facilitar los traslados, controlar el cuerpo y realizar actividades que les posibilite la independencia en las actividades de la vida diaria, como también, favorecer el sistema cardiorrespiratorio.

En Merí A. (2005) la inactividad física, produce pérdida de mineral óseo, en donde el hueso se debilita, debido a la progresiva desmineralización que se da por la inmovilización, como sucede en la paraplejia, se pierde masa ósea, por el incremento de actividad osteoclástica y la disminución de formación ósea, probablemente se puede sufrir de hipocalcemia, la inactividad física también produce reducción del volumen plasmático, disminución del tamaño, diámetro y capilaridad del músculo esquelético, por la afección del metabolismo proteico.

En Andrade J. (2006) en Sánchez I. *et al.* (Ed) la inactividad física y la inmovilización disminuye el VO_2 y el volumen plasmático, desciende la fuerza, la resistencia, el hueso se atrofia, los tejidos blandos periarticulares pierden flexibilidad, en especial el cartílago articular, que solo se nutre por imbibición merced al movimiento y a la compresión articular.

El *acondicionamiento físico* en paciente parapléjico, tiene como finalidad, permitir que una persona con deficiencia, alcance un nivel físico funcional optimo, proporcionándole así los medios de modificar su propia vida, como también compensar la pérdida de una función o una limitación funcional, en la paraplejia, se centra en el fortalecimiento de los miembros superiores, los cuales deberán ser la herramienta de movilización del paciente, por lo que debe potencializarlos al máximo, ya que estos no han sufrido alteración para realizar una actividad que le posibilite la independencia en las actividades de la vida diaria, además debe fortalecer los miembros inferiores, evitando que estos pierdan tonicidad,

presenten atrofia muscular y contractura articular, lo que a su vez dificultará la movilidad del individuo.

El ejercicio terapéutico en paciente con paraplejia, tiene como principal finalidad evitar la retracción muscular, es decir mantener la elasticidad o flexibilidad muscular, evitar la contractura articular, cuidando la alineación articular, evitar la anquilosis y mantener la alineación postural

Por otro lado, se tiene como el sobrepeso representa también un aspecto que aumenta la incidencia de complicaciones y representa una limitación para la realización de las actividades de la vida diaria, según la OMS “El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.”

La alimentación es una necesidad de todo ser humano y al igual que todos, una persona con lesión medular debe tener una alimentación balanceada, sin embargo, en Patiño J. (2006) los objetivos nutricionales en personas con Lesión Medular, están enfocados a evitar la pérdida de peso en la fase aguda, es decir, masa muscular, por malnutrición proteica y calórica y evitar el sobrepeso en la fase crónica.

Evitar la ganancia de peso, favorecerá las movilizaciones y transferencias, y en el ajuste de su volumen a la silla de ruedas. Se debe atender la necesidad del metabolismo inicialmente y ajustarse calóricamente para conservar el peso ideal, en algunas ocasiones debido a la disfunción intestinal se requiere de nutrición enteral y parenteral, para suplir las necesidades proteico calóricas de macro y micronutrientes.

Por otro lado cabe resaltar la importancia evitar el sobrepeso, lo que agravaría la condición del paciente, por las complicaciones que además puede traer en cualquier ser humano, la vulnerabilidad a presentar úlceras por presión, dificultad para la movilización y traslados y problemas cardio-respiratorios.

El índice de masa corporal (IMC) indica una relación entre el peso y la talla y se utiliza para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2). Según la OMS si se tiene un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso y si se tiene un IMC igual o superior a 30 determina obesidad.

En Acosta (2012) se menciona que en Colombia al igual que otros países latinoamericanos de ingresos medios, por lo menos la mitad de la población tiene obesidad o sobrepeso y según los reportes de las recientes Encuestas Sobre la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN), en solo cinco años (entre 2005 y 2010) el sobrepeso de la población adulta en Colombia pasó de 45,9% a 51,2% (un incremento de 5,3%). En Bogotá, por ejemplo, se iniciaron programas como 'Muévete Bogotá', en los cuales se incentiva a la población al ejercicio.

En la medicina de la rehabilitación, el ejercicio es indicado para desarrollar fuerza, resistencia, coordinación, rango de movimiento y flexibilidad, para mejorar la función.

En Kisner C. Allen L. (2005) Las fuerzas y tensiones que soportan el cuerpo humano y los sistemas individuales corporales, permiten que estos reaccionen, se adapten y desarrollen, al igual que los sistemas circulatorio, neuromuscular y musculoesquelético, y se da a medida que soportan tensiones durante los movimientos de la vida diaria.

La ausencia de estas tensiones, pueden crear degeneración, degradación, deformidad o lesión, como en el caso de la paraplejia, la ausencia de una carga normal y tracción muscular, por reposo prolongado, puede provocar osteoporosis y atrofia muscular, como también se ven afectados los sistemas respiratorio y circulatorios por la inactividad prolongada.

En los ejercicios terapéuticos, se aplican fuerzas y tensiones sobre los sistemas corporales, de manera graduada, controlada, progresiva y planificada para mejorar la función, que permiten elevar la capacidad física de la persona con lesión medular, mejorando la función sensitivomotora a través de la práctica de destrezas motoras específicas, consiguiendo una mejor adaptación de la capacidad funcional fisiológica posible, en el aprendizaje de tareas, ya que su musculatura se va atrofiando rápidamente, en donde se presenta un proceso de plasticidad en el que la musculatura se adapta a la falta de estímulo que recibía de los centros superiores de control. Esta actividad física debe realizarse controlando la alineación para favorecer la activación de la musculatura específica en su función real, la musculatura sirve como motor, freno y resorte en actividades de la vida diaria.

López J. *et al.* (2008) menciona que las personas con Lesión Medular deben promover actividades pautadas y estructuradas dentro del programa de entrenamiento funcional, para evitar la evolución precoz de las complicaciones secundarias y se mejorar la capacidad física funcional que a su vez hace que sea más fácil el reaprendizaje sensitivomotor.

Incorporar al estilo de vida de cada paciente una práctica habitual de ejercicio, trae resultados beneficiosos, reduce la fatiga, el dolor, la debilidad muscular y la degeneración articular y ósea que se va produciendo por la inactividad física.



4. ESTADO DEL ARTE

Para la revisión del estado del arte, se tiene en cuenta como la inactividad física y falta de acondicionamiento corporal, es un factor recurrente en los pacientes que presentan problemas osteomusculares, lo que incrementa la incidencia de complicaciones, hospitalización, dependencia y dificulta la ejecución de las AVD, por lo que se hace una revisión de cómo se ha solucionado o que medios utilizan para evitar o mejorar estas condiciones.

Moreno M. (2011) realiza un estudio a un grupo de personas con paraplejia, en el cual, si bien su objetivo es describir los procesos y significados por los cuales los adultos con paraplejia secundaria a una lesión traumática de la médula espinal re-conocen su cuerpo y construyen una nueva corporalidad, deja evidencia de los siguientes aspectos importantes:

- La paraplejia lleva a un cambio de hábitos, dependencia, para las actividades de la vida diaria como lo es la higiene personal, cambios de posición, movilización y traslados para lo que se ven obligados a la utilización permanente de toda clase de aparatos y equipos, Adicionalmente, las secuelas de la lesión incrementan el riesgo de problemas concomitantes, como depresión, infecciones urinarias, úlceras de presión, principalmente por falta de movilidad, cambios de posición, estreñimiento e impactación fecal, dolor neuropático, espasticidad y problemas osteoarticulares, la espasticidad severa afecta los traslados y desplazamientos, así como la realización de las actividades cotidianas.

- Los programas de rehabilitación tienen un énfasis especial en el desarrollo de destrezas para aprender a controlar el cuerpo, como el fortalecimiento muscular, la enseñanza de estrategias para realizar las actividades diarias, la prevención de complicaciones, fundamentalmente con la educación relacionada con los traslados, los cambios de posición y el cuidado de la piel, la ingesta de líquidos, el cateterismo intermitente y la utilización de sistemas de drenaje urinario.
- Mantener una rutina de ejercicios, les permite mantener activo el cuerpo, mejorar la movilidad de las articulaciones, preservar el trofismo de los músculos paralizados que les permiten tener la fuerza suficiente para trasladarse, controlar el cuerpo y mantener su independencia en actividades cotidianas. Aprenden a desarrollar estos ejercicios en los programas de rehabilitación, y muchos continúan realizándolos con el uso de aparatos especiales con los cuales pueden movilizar las piernas con las manos y algunos, con el apoyo permanente de fisioterapeutas, ejercicios que permitan fortalecer los músculos, Este logro requiere de esfuerzo, tenacidad, disciplina y motivación para mantener una rutina diaria y permanente de ejercicios. Cuando, por algún motivo, pierden el rigor y la rutina, retroceden rápidamente en los logros alcanzados y requieren de un esfuerzo mucho mayor para recuperarlas.
- Otro aspecto que resalta, es que a pesar de estar atentos a la tecnología, rechazan la idea de que su cuerpo natural (sin aditamentos), como las ortesis para la bipedestación, se convierta

en un cuerpo tecnológico, por lo que consideran mejorar sus condiciones que les permitan facilitar la movilización.

- Si bien estos ejercicios son dirigidos por fisioterapeutas, en los centros de rehabilitación, no todos tienen acceso a ellos, ya sea por su condición económica o por desconocimiento de la información, sin embargo en el documento se evidencia la necesidad de independencia y realización de las actividades por si solos.

A continuación se dará a conocer los métodos que se emplean para la realización de acondicionamiento físico terapéutico.

4.1. Cinesiterapia.

Con el fin de mitigar las complicaciones producidas por la inactividad física, mantener recorridos articulares, Mantener la integridad de la articulación y tejidos blandos, Elongar e impedir las contracturas y retracciones musculares, Evitar retracciones y deformidades, Conservar el trofismo muscular y reducir la hipertonía muscular, Prevenir la aparición de problemas circulatorios, favoreciendo el retorno venoso, conservar la elasticidad músculo-tendinosa, reducir la espasticidad, mantener el movimiento sinovial para la nutrición de los cartílagos y conservar el esquema motor se realiza la *Cinesiterapia*, en Arcas M. *et al.* (2004). Se define la cinesiterapia como un conjunto de métodos a través de ejercicios terapéuticos para tratar o prevenir una patología a través del movimiento.

Hay dos tipos de cinesiterapia:

1. Pasiva
2. Activa, la cual puede ser asistida, libre y resistida.

4.1.1 Cinesiterapia pasiva:

En Kisner C. *et al.* (2005) y Arcas M. *et al.* (2004) Estos ejercicios se realizan sin que el paciente realice esfuerzo, en donde el movimiento se da por la fuerza externa, ya sea por gravedad, una máquina, otra persona u otra parte del propio cuerpo de la persona. La ejecución optima, se da, al eliminarse la resistencia muscular y/o refleja, está indicado en pacientes en coma, parálisis o reposo completo en cama, o cuando se presenta una reacción inflamatoria y la movilidad activa es dolorosa.

La repetición del movimiento tiene un efecto en el sistema nervioso, estimulando la sensibilidad propioceptiva, y en el aparato muscular provoca modificaciones en su longitud y fomenta la actividad refleja.

- **Efecto sobre longitud del músculo:** la movilización pasiva sitúa en estado de acortamiento al grupo muscular responsable de la dirección del movimiento e impone un estado de estiramiento al grupo antagonista. El estiramiento pasivo de un músculo hasta los límites de su máxima amplitud permite mantener su longitud y capacidad de extensibilidad.

- **Efecto sobre la actividad refleja:** El estiramiento pasivo breve y brusco produce una contracción refleja, que es mayor si se realiza en posición de estiramiento. El estiramiento lento y progresivo provoca la relajación muscular, por lo que se usa en el tratamiento de contracturas musculares.

La movilización pasiva actúa también sobre el aparato articular a nivel del cartílago, manteniendo o mejorando su trofismo, espesor, capacidad de deslizamiento y nutrición, en donde modifica las propiedades viscoelásticas de la sinovial facilitando la lubricación y estimula la formación de cartílago de recubrimiento.

La movilización pasiva también se puede realizar por el mismo paciente *Movilización autopasiva*, las cuales pueden ser realizadas por el propio sujeto, en donde puede utilizar sus extremidades no afectadas, como también pueden ser inducidas por el movimiento de las articulaciones vecinas y por sistemas instrumentales (poleas, bicicleta, bastones, bandas de tela)

4.1.2. Cinesiterapia Activa:

En la cinesiterapia activa participa activamente la persona, realizando la contracción muscular, generando movimiento y venciendo resistencias externas que se oponen a éste, en la resistencia, puede ser manual o mecánica, en la paraplejia se realizarán movilizaciones activas de todos los segmentos situados por encima de la lesión que están por tanto indemnes, La cinesiterapia activa tiene los mismos objetivos que la movilidad pasiva,

añadiendo los que producen la contracción muscular, Regulación e integración de la actividad muscular, transformar la energía química en mecánica y mejora el aporte de nutrientes al aparato locomotor, proporcionar retroalimentación sensorial de los músculos que se contraen, aumentar la circulación y prevenir la formación de trombos, desplazamiento o fijación de los segmentos corporales, recuperar o mantener el tono muscular, incrementar potencia muscular, aumentar resistencia muscular, reforzar movimientos articulares, mejorar coordinación neuromuscular, desarrollar la coordinación y las destrezas motoras para actividades funcionales.

En la paraplejia se busca fortalecer la musculatura de los miembros superiores para compensar los miembros inferiores, facilitando las movilizaciones y transferencias, promoviendo la independencia.

La cinesiterapia puede ser:

- **Cinesiterapia activa asistida:** en donde el paciente no puede realizar el ejercicio que provoca movimientos en contra de la gravedad, por lo que requiere ayuda, la cual puede ser, por el propio paciente, por el fisioterapeuta o por aparatos o medios mecánicos (poleas, inmersión en agua)
- **Cinesiterapia activa libre o gravitacional:** el paciente puede ejecutar el movimiento de los músculos afectados por sí mismo, estas movilizaciones buscan mantener el recorrido articular, la fuerza, el tono y la coordinación.

- **Cinesiterapia activa resistida:** el paciente realiza los movimientos, intentando vencer la resistencia que opone el fisioterapeuta con sus manos o con instrumentos. La contracción se efectúa en contra de resistencias externas, si se quiere aumentar la potencia y volumen muscular, los ejercicios se realizarán aplicando grandes resistencias y pocas repeticiones; pero si se quiere aumentar la resistencia muscular, se aplica menos resistencia y mayor repetición.

En Kisner C. *et al.* (2005) Los ejercicios resistidos tienen como propósito mejorar la función, con objetivos específicos como:

- a. aumentar la fuerza:** la fuerza física consiste en la producción de fuerza de un músculo que se contrae y está relacionada con la cantidad de tensión que el músculo puede producir, para aumentar la fuerza de éste, se emplean cargas o resistencias que contrarresten la contracción muscular.
- b. Aumento de la resistencia muscular:** la resistencia muscular es la capacidad para realizar un ejercicio repetitivo de baja intensidad durante un tiempo prolongado de tiempo, esta resistencia mejora, realizando ejercicio con una resistencia leve, (carga baja) durante muchas repeticiones.
- c. Aumento de la potencia:** la potencia mide el rendimiento muscular, relacionado con la fuerza y la velocidad, esta potencia puede mejorar aumentando el trabajo que realiza un músculo en un tiempo determinado, o reduciendo el tiempo para producir una fuerza determinada.

4.2. Suspensionterapia

La Suspensionterapia se define como el tratamiento en donde se anula la acción de gravedad, liberando a una parte del cuerpo de la resistencia de ésta, mientras se mueve, a través de suspensiones mecánicas, en donde se efectúan movimientos activos sobre un solo plano con un solo eje.

Los ejercicios en suspensión se caracterizan por los movimientos realizados a una articulación, a través de la oscilación de la extremidad distal del segmento del miembro suspendido, esta oscilación es realizada por la contracción de los músculos motores de esta misma articulación (movilización activa simple) o por la acción del fisioterapeuta u otra fuerza externa, (movilización pasiva) (Martínez J. Martínez J. 2008)

Para los movimientos es necesario conocer cuál es el eje de movimiento articular de cada una de las articulaciones, así como los motores agonista y antagonista de esa misma articulación, para así colocar adecuadamente los diferentes tipos de suspensiones.

4.2.1. Tipos de suspensión

- **Suspensión vertical o pendular:**

Es aquella en la que el punto de enganche de la suspensión está sobre el centro de gravedad del miembro a tratar, el movimiento que se realiza es

como el de un péndulo, describiendo un arco, en donde la extremidad del miembro oscila a un lado y al otro del péndulo de reposo, mostrando un movimiento circular sobre un plano vertical que no será asistido por igual en toda su trayectoria, si no que será menos asistido cuanto mayor vaya siendo el ángulo de movimiento, en relación con la vertical, regularmente la amplitud de movimiento es pequeña, por lo que generalmente este tipo de suspensión se utiliza como sostén. (Martinez J. *et al.* 2008) (Kisner *et al.* 2005)

Si los movimientos de esta suspensión son lentos, se tienen movimientos resistidos a ambos lados de la línea vertical descrita por la cuerda y que va desde el punto de suspensión a la articulación suspendida y movimientos facilitados o asistidos desde el desplazamiento efectuado hacia fuera o dentro de dicha vertical, hacia la propia vertical, por otro lado debe tener en cuenta que los movimientos deben ser naturales para no tensionar o forzar la articulación, o las partes blandas de la propia articulación.

- **Suspensión Axial**

1. Suspensión axial concéntrica

Es aquella en la que el punto de suspensión está situado sobre el eje vertical de la articulación que se va a mover, la extremidad se desplaza horizontalmente, describiendo un movimiento circular, sobre un plano estrictamente horizontal, los movimientos que se realizan son de aducción, abducción, flexión, extensión, dependiendo de la colocación del paciente.

2. Suspensión axial excéntrica

Es aquella en la que el punto de suspensión se encuentra desplazado a uno de los lados, bien interno, externo, anterior o posterior del eje vertical de la articulación que se va a tratar, cuando el segmento proximal de esta articulación está fijado, se coloca el sistema con un punto de suspensión, y en cada articulación distal principal que tenga el paciente, las hamacas necesarias, siendo el punto de suspensión común a todas ellas.

El movimiento que se realiza, es de acuerdo al lado que este desplazado el punto de suspensión, ya que por la acción de gravedad, se facilitará los movimientos de abducción o aducción, los cuales serán movimientos combinados, los cuales serán más asistidos o resistidos, de acuerdo al desplazamiento del punto de suspensión de la vertical de la articulación que se esté tratando.

4.3. Poleoterapia

En Martínez J. *et al.* (2008) La Poleoterapia se define como el tratamiento en el que se utilizan poleas y circuitos o sistemas de poleas, para los métodos de reeducación activa y pasiva, estas poleas modifican la dirección de la resistencia ofrecida por los pesos al paciente, para efectuar los ejercicios activos (activos resistidos en un sentido y activos

asistidos en otro) o como tracción pasiva, en donde se plantea la recuperación funcional, del movimiento, la movilidad articular y la potencia muscular, fortalecimiento del tronco y las extremidades superiores e inferiores, además de prevenir la aparición de deformidades. Cada polea tiene un rozamiento por la fricción que hace sobre el eje de rotación, además de una resistencia al peso que se le añade al paciente para el ejercicio, del rozamiento depende el rendimiento mecánico de la polea.

En Kisner C. *et al.* (2005) si se realiza correctamente la Poleoterapia, la extremidad puede moverse en toda la amplitud del movimiento.

Para la ubicación de las poleas, se sujetan dos poleas de una barra elevada por encima del paciente, separadas a una distancia proporcional a la anchura de los hombros del paciente, se pasa una cuerda por encima de ambas poleas, con dos asas en los extremos de cada cuerda, el paciente puede realizar los ejercicios, sentado, de pie, o en decúbito supino, sin embargo los hombros deben estar alineados bajo las poleas, se puede realizar flexión, abducción, rotación interna y externa del hombro y flexión del codo.

Por otro lado, estos ejercicios deben ser enseñados correctamente para evitar lesiones por utilizar las técnicas inadecuadas.

4.3.1. Sistema peso-polea

Este sistema cuenta con un medio de fijación que puede ser un brazalete, tobillera o cinturón y una cuerda que por intermedio de poleas transmite la fuerza impuesta por un peso suspendido situado en el otro extremo de la cuerda. El medio de fijación se colocará sobre la porción distal del brazo de palanca de la articulación movilizada. (Arcas M. *et al.* 2004)

La primera polea que va a partir del segmento movilizado, se llama polea de tracción, la ubicación de esta debe determinarse con cuidado, debe ir colocada siempre en el mismo plano que el del movimiento, se puede orientar en el mismo lado del desplazamiento del segmento, si se quiere traccionar el mismo o ayudar a realizar el movimiento, pero si se quiere oponer una resistencia al movimiento, se ubicará en el lado opuesto, para una mejor ubicación, se tiene en cuenta el ángulo que formara la cuerda, (entre la polea de tracción y la fijación), con el segmento a movilizar.

Las otras poleas se llaman poleas de transmisión y permitirán colocar el peso en el lugar más adecuado, debe ir a la vista para que se visualice la realización del movimiento.

Este sistema de poleas, se puede utilizar en cualquier articulación del cuerpo, y las diversas posibilidades dependerán de la imaginación del fisioterapeuta, siempre teniendo en cuenta la amplitud del movimiento, el paciente puede colocarse en muchas posiciones y de esta manera fortalecer diferentes grupos de músculos.

4.4. Mecanoterapia

En Arcas M. *et al.* (2004) La mecanoterapia es el procedimiento mediante el cual se realiza la terapia a través de elementos o aparatos mecánicos que permiten ejercitar el sistema musculoesquelético de manera repetitiva, estos aparatos dirigen y provocan movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud, reemplaza la acción de resistencia dirigida por la fuerza humana, o facilita la ejecución de un movimiento, se puede utilizar en cinesiterapia asistida pasiva o activa.

4.4.1. Movimiento pasivo continuo (movilización pasiva instrumental)

El movimiento pasivo continuo (MPC) puede ser utilizado por largos periodos de tiempo, en donde continuamente se mueve la articulación deseada, dentro de una amplitud de movimiento controlada, sin que el paciente realice esfuerzo, en donde el cansancio muscular no interfiere el movimiento, utilizándose una máquina para realizarlo.

En Kisner C. *et al.* (2005) el MPC previene el desarrollo de adherencias y reduce la formación de contracturas, reduce el dolor postoperatorio, mejora el estado nutricional de la extremidad al potenciar la circulación, por la acción continua de bombeo, aumenta la lubricación sinovial en la articulación, permite una recuperación más rápida de la amplitud de movimiento.

5. ESTADO DE LA TÉCNICA

Actualmente existen herramientas que permiten a los pacientes en situación de discapacidad realizar ejercicios terapéuticos autónomamente, que complementen su rehabilitación, pero las opciones son muy limitadas, por lo que además se hace una analogía con elementos de rehabilitación a discapacidades físicas temporales como las unidades de movilización pasiva continúa.

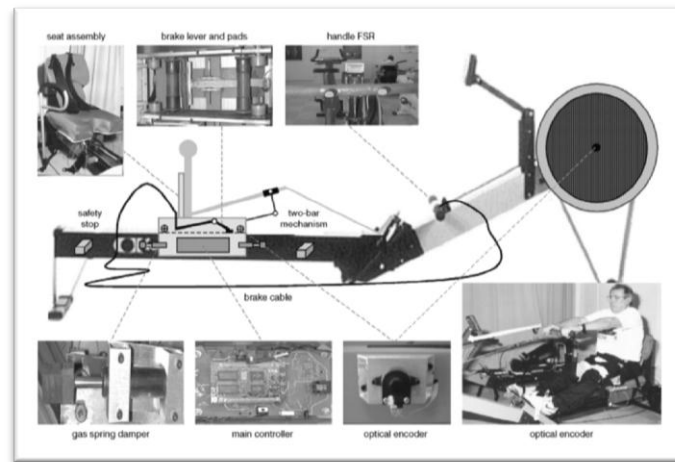
Algunos de los que se encuentran son los siguientes:

5.1. ELECTRICAL STIMULATION ASSISTED ROWING EXERCISE IN PARAPLEGIA Rahman Davoodi, Brian Andrews University Of Belgrade, (2003)

Davoodi R. *et al.* (2003) propone un sistema de remo con Estimulación Eléctrica Funcional (FES) interna, para pacientes con paraplejia, en el que una máquina de remo para personas sin discapacidad, fue modificada para ser utilizada por pacientes con paraplejia, el cual permite movilizar el cuerpo casi en su totalidad, en donde el movimiento de las extremidades inferiores es controlado por el movimiento voluntario de las extremidades superiores, mientras los miembros inferiores reciben unos estímulos eléctricos, para lo cual se emplean dos dispositivos de FES que estimulan los miembros inferiores, estos dispositivos están ubicados en el manillar de la máquina y son controlados manual o automáticamente con el pulgar, la

intensidad de la estimulación, también es controlada, el paciente puede apagarlo o prenderlo cuando sea necesario, de acuerdo al movimiento producido, esta estimulación, pretende producir los movimientos funcionales de las extremidades, sin embargo, es compleja, las modificaciones, además, incluyen asiento con respaldo para generar más estabilidad en el tronco, intercambiable con el asiento estándar, dos barras estabilizadoras, para restringir el movimiento de las piernas en el plano sagital, dos paradas de seguridad, que limitan el movimiento para proteger las articulaciones

de la rodilla, evitando la hiper-extensión y la hiper-flexión, para ayudar a los cuádriceps a soportar la fuerza de tracción, un sistema de frenado proporcional, fue instalado debajo del asiento, este freno produce una fuerza de



Fuente: Davoodi R. et al. (2003)

frenado bajo el asiento, proporcional a la fuerza de tracción sobre el mango, de manera que entre más duro se tire de la palanca, mayor es la fuerza de frenado bajo el asiento, esto evita que el asiento se deslice momentáneamente hacia adelante, interfiriendo con la transición suave, dos sensores se instalaron en el manillar para recibir los comandos de control, uno de los rodillos del asiento y la polea fueron modificados con codificadores ópticos para medir las posiciones del asiento y el mango, se emplearon cuatro canales de estimulación para los cuádriceps y los

izquiotibiales de ambas piernas, esto permitió también el movimiento coordinado de los miembros superiores con los miembros superiores.

En la función de sistema de control manual: la estimulación eléctrica de los músculos de las piernas está bajo control manual del sujeto, en el que al presiona el botón derecho con el pulgar, se produce un estímulo en los miembros inferiores que extienden las rodillas y el asiento se mueve hacia atrás a lo largo de la pista, en la última parte de esta fase, el sujeto tira de la manija, (ya que es importante extender primero las rodillas, antes de empezar a tirar del mango, para evitar la fuerza de tracción invirtiendo el movimiento del asiento durante la fase de impulsión) mientras la FES es sostenida para mantener las piernas extendidas, cuando se suelta el botón, y se presiona el botón izquierdo afloja el mango y el cable del amortiguador se retrae, permitiendo al sujeto regresar a la posición inicial, para repetir el ciclo.

Estudios realizados en Steadward Center, con pacientes parapléjicos, según Davoodi R. *et al.* (2003), muestran que es un ejercicio seguro, aceptable, eficaz y fácil de manejar, como es flexible, permite que los usuarios sincronices el estímulo que consideren mejor para la coordinación del movimiento que les convenga, sin embargo, requiere concentración, para evitar la Sobre-estimulación y fatiga temprana.

El enfoque de Davoodi R. *et al.* (2003), está basado en el mejoramiento de la calidad de vida del paciente con paraplejia, en donde, destaca que estos pacientes, se vuelven sedentarios y su actividad física disminuye, lo que trae como consecuencias enfermedades cardiovasculares y un aumento de la mortalidad, por lo que considera que la actividad física y el ejercicio, mejoran la salud y el bienestar de esta población, si bien la movilización de las extremidades no compensa la funcionalidad del

sistema muscular, entre las que se destaca ayudar al sistema cardiovascular, que en el paciente con paraplejia representa un factor importante por la aparición de complicaciones cardiovasculares, por la falta de movimiento, la utilización del FES, representa un gran avance como método de ejercicio y estimulación, que mejoren la funcionalidad de las extremidades inferiores, sin embargo, no deja de ser un sistema que requiera control y concentración para evitar la sobre-estimulación y la fatiga de los músculos en los pacientes, y a pesar de ser un elemento que funciona en la rehabilitación, su desarrollo como lo menciona Davoodi R. *et al.* (2003), se ve obstaculizado por el control de los laboratorios de investigación y por las limitaciones de la tecnología, especialmente en el área de electrodos de estimulación y sistemas de control.

Por otro lado, si bien, Davoodi R. *et al.* (2003), menciona que este elemento puede ser utilizado a nivel domiciliario, no deja de ser un elemento complejo y requiere de gran espacio para su ubicación, sin mencionar que requiere de sistemas complejos que podrían estar representados en costos altos, y teniendo en cuenta la situación económica de estos pacientes, como lo menciona Vásquez A. (2006) quien refiere que en América Latina existen aproximadamente 85 millones de personas con discapacidad, y la situación de estas personas se caracteriza por extrema pobreza, tasa elevada de desempleo, se dificultará el acceso a estos elementos.

5.2. DISEÑO MECÁNICO DE UNA MAQUINA PARA TERAPIA DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO EN LA RODILLA

ING. Chávez Arreola Arturo

Instituto Politécnico Nacional, México D.F. (2009)

Si bien, los mecanismos de Movimiento Pasivo Continuo, están diseñados actualmente para paciente con pérdida de la movilidad o funcionalidad parcial de los miembros inferiores, pero que su finalidad es realizar los movimientos de flexo-extensión sin que el paciente realice esfuerzo y se obtienen resultados favorables, se puede implementar en pacientes con paraplejia, ya que estos no tiene control de las extremidades inferiores y requieren de movimientos de flexo-extensión para evitar la contractura de las articulaciones, la espasticidad y la atrofia muscular y problemas cardiovasculares.

El Movimiento Pasivo Continuo (CPM), es utilizado con frecuencia después de una artroplastia de rodilla, esta cirugía mejora la calidad de vida de los pacientes que presenta osteoartritis o artritis reumatoide, este tratamiento se combina con fisioterapia para lograr la rehabilitación del paciente, su finalidad es recuperar la movilidad de la rodilla y disminuir la estancia hospitalaria.

El Movimiento Pasivo Continuo (CPM), consiste en que el paciente realice movimientos de flexión y extensión del miembro afectado sin que el paciente realice esfuerzo para realizarlos, es decir que estos movimientos deben ser realizados por el fisioterapeuta o por una máquina, con la máquina de CPM, se realizan movimientos de flexo-extensión mediante la

programación de ángulos adecuados del movimiento y la velocidad a la que se debe realizar.

Chávez A (2009) propone un mecanismo que permita ayudar a los pacientes a realizar ejercicios de flexión y extensión de la rodilla, mediante un sistema de cuatro barras para realizar los movimientos, en el que se tienen en cuenta los ángulos para generar la hiperextensión y en este caso la posición inicial de 5° , y como posición final una flexión de 120° en la rodilla como posición



Fuente: Chávez A. (2009)

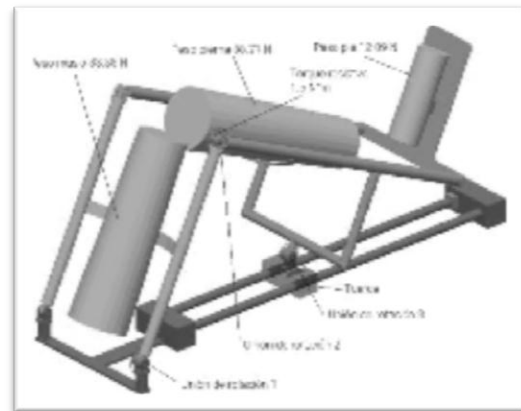
final, la flexión en la cadera es de 125° , en donde los incrementos de flexión tanto de cadera como de rodilla sean proporcionales, presenta eslabones de apoyo para el muslo y la pantorrilla de los pacientes, se realizan análisis de proporciones, distancias, medidas, coordenadas y velocidad para realizar los movimientos, funciona con un reductor de corona y gusano, ya que este incrementa de manera considerable el torque del motor y puede funcionar como un mecanismo no reversible, tiene un motor eléctrico (servo motor de corriente directa), que proporciona el funcionamiento del mecanismo, éste, además, puede ser utilizado por personas de diferentes edades, por lo que los eslabones se pueden extender de acuerdo a la medidas antropométricas de los pacientes.

5.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO PARA LA TERAPIA DE RODILLA

Esteban Emilio Rosero G.- Rodrigo Martínez D. - Elmer Galvis L
Universidad del Valle (2001)

Propone un prototipo con que permite un rango de movimiento de flexo-extensión ajustables con una amplitud de 5° a 132° , con velocidad ajustable de 1 a 10 minutos por ciclo completo, con barras ecualizables, con alineación anatómica para el eje de movimiento, para pierna izquierda y derecha, en el que se tiene en cuenta un sistema de control de fácil maniobrabilidad, liviano, que controle velocidad, posición, desplazamiento, ángulo de inicio, el tiempo necesario para cumplir con los ciclos impuestos por el médico y que tenga bloqueo manual por dolor inesperado, también las bases antropométricas, para un amplio rango de personas (15 años a un adulto).

Propone un mecanismo que transforma un movimiento rotacional, que es la salida del motor en uno traslacional, se calculan fuerzas cargas, el prototipo contiene una base, soporte para el pie, la pierna y el muslo, se calcula el peso de la pierna y el pie, peso del muslo, momento resistivo de la articulación, ángulo entre el eje del muslo y el eje de la pierna.



Fuente: Rosero E. (2001)

Cuenta con un sistema de control, con módulo controlador, compuesto de tres etapas separadas para establecer los valores deseados de: Rango de movimiento, Posición inicial de carrera de desplazamiento y Velocidad de desplazamiento del mecanismo, Para garantizar el suministro de energía al sistema se diseña y construye una fuente de poder regulada dual.

Esta máquina, es diseñada para la articulación de la rodilla, que presenta una disminución en los costos, tanto en la fabricación como en el alquiler, para lo cual, pueden cambiarse los sistemas de control automático, ya sea digital o control remoto que le brinden autonomía la paciente durante su tratamiento, sin embargo es una alternativa económica que se puede adaptar para la realización de un prototipo para pacientes en situación de discapacidad, el sistema de flexo-extensión es viable y podría significar un modelo que se puede implementar.

5.4. Cicloergómetro

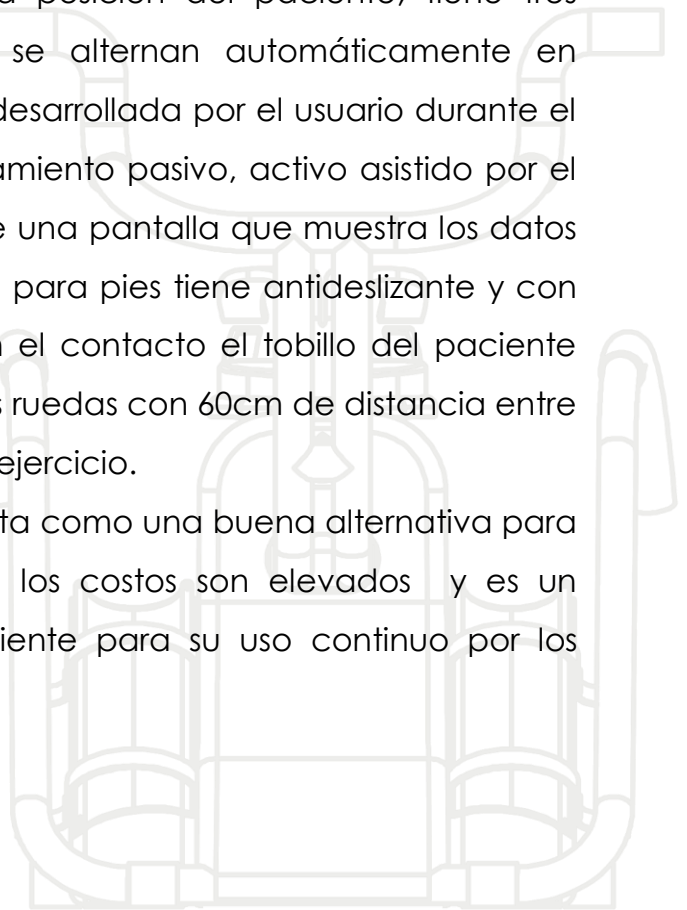
El cicloergómetro, permite realizar ejercicios bilaterales de manera simultánea, al igual que una actividad alterna de grupos musculares agonistas y antagonistas. En estos equipos se realiza la actividad multiarticular y constituyen ejercicios de cadena cerrada, lo que permite Movimientos pasivos continuos (facilitando la nutrición del cartílago articular), estimular mecanoreceptores



articulares, facilitar la lubricación del líquido sinovial articular, ejercicio autopasivo para aumentar el arco de movimiento, prevenir la formación de adherencias en los músculos y tejido conectivo, resistencia muscular de la extremidad inferior, resistencia cardiovascular mediante entrenamiento a intervalos, mejorar o aumentar movilidad de miembros torácicos, mejorar la postura, entre otros.

Este sistema, se puede manejar tanto en el ambiente clínico como en el hogar, si el paciente tiene buena función de miembros superiores y control del tronco, con los miembros superiores puede girar para fortalecer los miembros inferiores, y también, puede manejar con un operador externo, el dispositivo, se caracteriza por una estructura metálica estable, que asegura la posición del paciente, tiene tres modos de funcionamiento que se alternan automáticamente en función de la actividad muscular desarrollada por el usuario durante el ejercicio, que pueden ser: entrenamiento pasivo, activo asistido por el motor, o simplemente activo, tiene una pantalla que muestra los datos del entrenamiento, en los soportes para pies tiene antideslizante y con bordes de protección, que evitan el contacto el tobillo del paciente con el eje del pedal, tiene grandes ruedas con 60cm de distancia entre sí lo que permite la transferencia el ejercicio.

Si bien el cicloergómetro se presenta como una buena alternativa para fortalecer los miembros inferiores, los costos son elevados y es un elemento que no motiva al paciente para su uso continuo por los movimientos que permite.



6. TRABAJO DE CAMPO

Para empezar se realiza una consulta sobre los datos o cifras, de los pacientes con lesión medular y sus principales complicaciones, en donde se encuentra un acceso limitado, tanto por la confidencialidad, como por la poca información que se tiene, ya que no hay datos estadísticos confiables sobre la lesión medular en Cali. Por lo cual se tienen en cuenta los datos encontrados en un estudio descriptivo correlacional que realizó Henao C. *et al.* (2011) en instituciones de salud y rehabilitación de Manizales (Colombia) durante el segundo semestre del 2009 y el primero del 2010.

Posteriormente, se realizó un acercamiento presencial con las personas en situación de discapacidad específicamente con paraplejia, realizado en el área Medicina física y de rehabilitación del Hospital Universitario del Valle, en el Centro de Medicina Deportiva ubicado en las canchas panamericanas y a pacientes hospitalizados en la Clínica Comfandi Tequendama, como también a personas con paraplejia que brindaron su tiempo y aportes necesarios para la realización del trabajo, en donde se realizaron visitas en sus domicilios para determinar las condiciones espaciales y el entorno en que vivían, estas personas y las instituciones están ubicadas en la ciudad de Cali-Colombia. Éste acercamiento se realiza a través de una entrevista (ver anexo 5) que permite entender las limitaciones que presentan, sus condiciones de vida, necesidades y hacer una evaluación preliminar de sus prioridades.

Por otro lado también se habla con el personal de salud, que interviene en el proceso de rehabilitación, Fisiatras, Fisioterapeutas, Neurocirujanos, los cuales realizan aportes importantes sobre las necesidades, tratamiento y posibles soluciones, que permitan evitar los problemas osteomusculares por la inactividad física.

6.1. Entrevista y observación de campo

Debido a que algunos interrogantes importantes, no se encuentran en la literatura, como ¿Qué aspectos intervienen en la persona con paraplejia para que no realicen el acondicionamiento físico? ¿Qué actividades realizan diariamente? ¿Con qué ayudas técnicas cuentan? ¿Cómo realizan la terapia física en los centros de rehabilitación? ¿Con qué frecuencia realizan los ejercicios terapéuticos? se encuentra pertinente la realización de una entrevista a personas con paraplejia y una observación en los centros de rehabilitación.

La entrevista y observaciones realizadas en los diferentes lugares, permitió la identificación de los siguientes aspectos:

1. No asisten a los programas de rehabilitación por las condiciones económicas, (transporte).
2. En los centros de rehabilitación son atendidos de 5 a 10 pacientes por fisioterapeuta, quien asiste durante los ejercicios pasivos.
3. Las actividades de acondicionamiento físico que pueden realizar autónomamente, son realizadas con ayudas mecánicas, (bipedestadores, bandas)

4. Psicológicamente el estar de pie (bipedestación) les proporciona bienestar (sentimiento de poder volver a caminar)
5. Los que no asisten al centro de rehabilitación y realizan ejercicios en la casa, lo hacen una vez al día, (por lo regular en las mañanas) y uno o dos días a la semana no lo realizan (días de descanso)
6. La mayoría de las complicaciones por las que han estado hospitalizados, son úlceras por presión e Infecciones de vías Urinarias.
7. Hay falta de información sobre las complicaciones que se pueden presentar por la falta de movilidad de las extremidades inferiores.
8. No se sienten motivados a realizar el ejercicio en la casa por las siguientes razones:
 - Por lo regular permanecen solos y sienten temor de realizar el ejercicio inadecuadamente, provocando una lesión adicional.
 - Si asisten al centro de rehabilitación en la mañana (terapias de 45 minutos a 2 horas) no realizan más ejercicio durante el resto del día.
 - Las personas no desean comprometer el tiempo de la familia para que les ayuden a realizar los ejercicios (dependencia).
9. En los centros de rehabilitación se evidencia un enfoque principal en las partes del cuerpo que no han sufrido lesión como extremidades superiores, fortaleciéndolas para mejorar habilidades para las transferencias y realización de las actividades de la vida diaria.
10. Se evidencia dependencia económica de familiares.
11. Las ayudas mecánicas que les han proporcionado son la silla de ruedas, férulas, cojines antiescaras.

7. PLANTEAMIENTO

7.1. Inactividad física en paraplejia

La inactividad física de miembros inferiores en las personas con *paraplejia Grado A (Completa)* con espasticidad leve, en la fase crónica, causa problemas osteomusculares, lo que incrementa la incidencia de complicaciones, hospitalización, dependencia y dificulta la ejecución de las AVD.

7.2. Justificación

La paraplejia es una condición que altera la percepción y el funcionamiento del cuerpo por debajo del nivel de la lesión medular, además de la ausencia de movilidad y sensibilidad en los miembros inferiores, se presentan deficiencias fisiológicas, que llevan a la persona a modificar sus hábitos, rutinas y modo de vida desde la fase aguda hasta la fase crónica, ocasionando una dependencia para realizar las actividades diarias, con sentimientos de impotencia, pérdida de autonomía y control, los cambios en el cuerpo se constituyen en el centro de atención de estas personas, y representan una ruptura entre la vida que llevaban y la que tendrán que asumir, en donde se ven forzados a construir nuevas formas de interacción consigo mismos y con su entorno; en la fase aguda¹, el

¹ **Fase Aguda:** La consecuencia inmediata de una lesión medular es el *shock* medular, que produce una anulación de la función de todas las estructuras nerviosas por debajo de la lesión. Este estado de arreflexia puede durar desde varios días hasta semanas. En esta etapa se preservan las constantes vitales e inmovilizan a la persona con el fin de estabilizar la columna y reducir la fractura (Polonio B. 2003).

individuo presenta limitación para levantarse, desplazarse, ponerse en pie, realizarse medidas de higiene y confort e incluso para cambiarse de posición, es decir, adoptar, mantener y cambiar el peso de las partes del cuerpo, en estos casos el individuo depende de las personas que le rodean, quienes deben generar agentes de autonomía asistida que permitan la cobertura de necesidades y la prevención de las consecuencias de la falta de movilidad y respuestas humanas asociadas, Henderson V. (1971), plantea la movilidad como una necesidad básica, la necesidad de movimiento y mantenimiento de una postura adecuada (al caminar, sentarse, acostarse o cambiar de una postura a otra) en cuarto lugar, después de respiración, alimentación y eliminación.

El movimiento da libertad de hacer aquello que se necesita, quiere o debe en la vida cotidiana, lo que se denomina como Actividades de la Vida Diaria (AVD). El movimiento hace a la persona independiente, además de favorecer el funcionamiento de diferentes órganos del cuerpo que se encargan de las funciones vitales como la respiración, circulación o el metabolismo, también es vital en el ser humano para relacionarse con su entorno y otros individuos; Para moverse, el sistema osteomuscular y el nervioso, (cuerpo y mente) deben estar en buenas condiciones para realizar y coordinar los movimiento, sin embargo, en la paraplejia, esta relación o conexión de cuerpo y mente, se ve interrumpida por los diferentes factores que la componen.

Posterior a la fase de integración², cuando la persona, termina la atención médica y regresa al hogar, gran parte de las complicaciones se dan por la inactividad física y en las observaciones realizadas, se evidencia como la rehabilitación, se enfoca principalmente en el fortalecimiento de los miembros superiores o de las partes no afectadas por la lesión medular, dejando a un lado, las extremidades inferiores, las cuales en la fase crónica, empiezan a presentar problemas osteomusculares como la contractura articular y la atrofia muscular, incrementando a su vez, la aparición de complicaciones como las úlceras por presión, un aumento en las hospitalizaciones y en la dificultad para realizar los traslados y las Actividades de la Vida Diaria; Estos individuos no llegan a comprender la magnitud de la complicación, hasta que no las vivencian ellos mismos o las aprecian en otra persona de su misma condición, el cuidado del cuerpo se convierte en un aspecto central en la vida de estas personas, es una experiencia desconocida, en la que se requiere estar pendiente de situaciones o asuntos que antes no se tenían en cuenta, porque no se realizaban conscientemente, sino de manera refleja, es decir, sin que interviniera la voluntad. Secundario a la lesión, deben realizar acciones conscientes, para mantener la integridad ante los riesgos o complicaciones generados por la pérdida de movilidad y sensibilidad en la zona afectada, además, de los cambios en el Sistema Nervioso Autónomo.

² **Fase de integración:** Esta etapa es la última del proceso rehabilitador, durante todo el proceso de rehabilitación, se prepara al paciente para esta etapa, para la transición del hospital a la comunidad, se practican las habilidades aprendidas y las que por iniciativa propia el paciente descubre, además de actividades para simplificar rutinas. (Polonio B. 2003)

Estas personas, requieren de disciplina y establecer una rutina de cuidados o actividades, orientados a mantener activo el cuerpo, mejorar la movilidad de las articulaciones, conservar el arco articular, evitar la atrofia de los músculos paralizados y desarrollar masa muscular en las extremidades superiores que favorezca al aumento de la fuerza para potencializarlos al máximo, ya que estos no han sufrido alteración, lo que permite facilitar los traslados, controlar el cuerpo y realizar actividades que les posibilite la independencia en las actividades de la vida diaria.

Moreno M. (2011) menciona:

Estar pendiente del cuerpo es una de las condiciones que más influye en la percepción que tienen las personas con paraplejia de un cambio total en la vida que llevaban. Se trata de una acción de control y vigilancia permanente, porque si la persona se descuida, corre el riesgo de tener complicaciones en su estado de salud y pierde los logros alcanzados con gran esfuerzo en poco tiempo, lo cual sucede cuando se suspende la rutina de ejercicios y se presenta un *deterioro en los músculos* que es difícil de recuperar. (pág. 204)

En la paraplejia la rehabilitación está enfocada a través de la terapia física, la terapia ocupacional y la terapia psicológica. La terapia física tiene como finalidad, el fortalecimiento muscular, además de conservar los arcos de movimiento, para impedir su deterioro. La terapia ocupacional comprende los aspectos de la persona, de su entorno físico, familiar y socio-cultural en términos de inclusión y en la terapia psicológica, interviene las etapas psicológicas por las que atraviesa la persona al sufrir la lesión, en el individuo y su familia.

La familia es un factor fundamental en la rehabilitación del paciente, quienes experimentan una preocupación e incertidumbre, por todo lo que representa el estado de salud del afectado, por un lado está el cuidado del paciente, lo cual representa una sobrecarga para el cuidador principal y en algunos casos lleva al *síndrome del cuidador*³ y puede traer alteraciones en las relaciones familiares, lo que genera estrés, agotamiento, resentimiento y depresión, sin embargo, en algunos casos estas personas permanecen solas, por lo que generar agentes de autonomía en el paciente no solo traería beneficios para él, si no, también para su familia, la independencia resulta un aspecto importante que se debe tener en cuenta, ya que la dependencia representa una frustración para las personas con paraplejia, ésta produce sentimientos de pérdida de la libertad, control sobre su cuerpo y su vida.

Otro aspecto a tener en cuenta, evidenciado en el acercamiento presencial a personas con paraplejia, es que si bien estas personas conocen la importancia de realizar los ejercicios de acondicionamiento físico en los miembros inferiores, con la indicación del *movimiento autopasivo*, ayudado por las extremidades superiores, el temor a una lesión por realizarlo de una manera inadecuada, no permite que los realicen. Por otro lado, está la economía personal y familiar, en la mayoría de los casos, estas personas están en su etapa productiva, Vásquez A. (2006) realiza una descripción de los factores que componen la Discapacidad en

³ **Síndrome del cuidador:** en Silva L. et al. (2004) "el síndrome del cuidador engloba una serie de alteraciones físicas, psíquicas, sociales y laborales que sufre el cuidador principal del familiar enfermo como consecuencia del desgaste producido por la tarea de dar cuidados al ser querido."

América Latina, en donde refiere que en América Latina existen aproximadamente 85 millones de personas con discapacidad y la situación de estas personas se caracteriza por extrema pobreza, tasa elevada de desempleo, acceso limitado a los servicios públicos de educación, atención médica, vivienda, transporte, legales y otros, por los que se encuentran en una posición social y cultural de marginación y aislamiento, además de encontrar que el 50% de la población tienen edad para trabajar, pero la mayoría, están desempleadas o excluidas del mercado laboral, en Henao C. Pérez J. (2011) se observa que la incidencia de lesión medular es mayor en los estratos 2 y 3, representados en un 33% y 27%. Este aspecto representa además de un problema para su sostenimiento o economía personal, una dificultad en los traslados a los centros de rehabilitación, en la contratación de un profesional para sus cuidados y terapias, lo cual interrumpe el proceso de rehabilitación en la fase crónica, lo que a su vez representa, un aumento en la responsabilidad de los cuidadores o asistencia de terceros, necesidad de autocuidado, limitación de actividades, restricción en la participación, deterioro de la salud, aumento en la incidencia de hospitalización, como también, trae repercusiones sociales y financieras para la persona, la familia y la comunidad.

Por lo anterior desde el diseño industrial se puede intervenir, teniendo en cuenta, como las ayudas técnicas ofrecen una buena alternativa para facilitar la autonomía del paciente, y encontrando que son pocas las opciones que se brindan actualmente, siendo necesario la utilización de elementos que no cumplen con las condiciones necesarias que satisfagan las necesidades primordiales que las personas con paraplejia requieren,

contemplando tanto aspectos de seguridad, ergonomía, forma y función como las condiciones espaciales y económicas de esta población.

PREGUNTA: ¿Cómo Fomentar⁴ y facilitar, en la fase crónica, la realización de las actividades de acondicionamiento físico autónomo, en el paciente con paraplejia?

7.3. Objetivos

Objetivo general

Fomentar y facilitar, en la fase crónica, la realización de actividades de acondicionamiento físico autónomo, en el paciente con paraplejia.

Objetivos específicos

- Caracterizar al paciente con paraplejia y su relación con el medio.
- Identificar cuáles son las principales causas por las que el paciente con paraplejia no realiza las actividades de acondicionamiento físico.
- Describir los elementos que facilitan el acondicionamiento físico autónomo.
- Identificar de qué manera el paciente realiza la actividad física en el hogar.
- Desarrollar un elemento que permita fomentar y facilitar, en la fase crónica, la realización de actividades de acondicionamiento físico autónomo, en el paciente con paraplejia.

⁴ **Fomentar:** entendida como acciones relacionadas con propulsar, ayudar y beneficiar a alguien en una determinada situación.

7.4. Metodología

- **Ubicación**

Para desarrollar el proyecto es necesario tener los conceptos claros sobre el tema que se quiere desarrollar, a través de la revisión bibliográfica, logrando un acercamiento que permita definir, que dificultades o limitaciones presenta la persona con paraplejia y así desde el diseño abordar la problemática para buscar mejorar la calidad de vida de la persona.

- **Confrontación**

Se realiza un acercamiento presencial, en donde se realiza una entrevista tanto a pacientes con lesión medular como al personal de salud que lo interviene, para identificar cuáles son las necesidades y limitaciones principales y las causas que las ocasionan.

Una vez identificada la problemática que se quiere desarrollar, se determinan las variables que engloban los conceptos de autonomía personal, rehabilitación, actividad física, ¿Cómo realizar el acondicionamiento físico autónomamente?

- **Observación**

Proceso de observación experimental, ya identificadas soluciones técnicas y biológicas se procede a:

- Se realiza una investigación de los antecedentes y soluciones antes brindadas para casos similares, tanto técnicamente como biológicamente, y beneficios.
- Identificar como se realizan los ejercicios terapéuticos con los elementos actuales.
- Identificar proporción de los objetos.
- Identificar origen, forma y funcionamiento de los elementos de mecanoterapia.
- Identificar relación de diseños con el medio ambiente (desarrollo industrial)

• **Análisis y preparación**

Segundo acercamiento al caso de estudio con conocimientos ya circunstanciales y técnicos para definir con claridad el enfoque del proyecto. Se resuelven algunas dudas del orden de: ¿Qué? , ¿Por qué?, ¿Para qué?, ¿Para quién? , etc.

- Preparar una lista de objetivos de diseño (a partir del planteamiento, e información de casos de estudio)
- Ordenar la lista en conjuntos de objetivos de mayor y menor nivel (jerarquizarlos).
- Dibujar un diagrama de árbol que muestre las relaciones jerárquicas y las interconexiones (ramas o raíces), las cuales sugieren medios para alcanzar los objetivos.

- Determinar el nivel del problema de diseño (componente / objeto / sistema / comunidad).
- Definir los requerimientos y determinantes, costos, tamaño, seguridad, función, mecanismos, características técnicas, medicas, sociales, etc.

• Diseño

- Generación de ideas
- Buscar paralelos con los diseños o terapias ya existentes, identificando los diferentes sistemas de funcionamiento que se pueden implementar en el elemento.
- Proceso creativo, bocetación.
- Definición de la interacción del usuario con el supuesto diseño, ¿cómo funciona? ¿de dónde se agarra?, ¿Cuánto tiempo se usa?, ¿Cómo se usa? etc.
- Conceptualización digital del prototipo
- Realización del prototipo a escala 1:2, determinando materiales, procesos de producción, procesos de manufactura, viabilidad técnica, interacción con el usuario, mecanismos y funcionamiento.

• Evaluación

- Re-identificación de problemas. Transporte, materiales, embalaje.
- Comparación de las soluciones anteriores con la actual.
- Reafirmar como el elemento va interactuar, como va a cumplir sus funciones, como se va a integrar a ese organismo, y como va a dar

soluciones al problema, planteado como se hace en un ciclo completo.

- Corregir las irregularidades encontradas.

7.5. Requerimientos

Requerimiento de seguridad:

- El elemento permite tener el control del movimiento,
- El elemento utiliza la fuerza de los miembros superiores tórax y abdomen.
- Mantiene la integridad de la persona, evitando caídas
- Soporta un peso de 120kg,
- Realiza actividades coordinadas.
- Evita lesiones en el usuario.
- Las superficies que se pueden tocar de forma inadvertida durante la operación formal no se calientan o enfrían en exceso.
- Materiales resistentes al fuego.
- No utiliza materiales susceptibles a la ignición por fuentes pequeñas

Requerimientos de uso:

- El objeto debe ser manejado solo por el paciente.
- El usuario tiene el control del objeto en todas las fases de su uso.
- El objeto permite la accesibilidad de la persona.
- El objeto es auto soportable.

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

- El elemento debe permitir realizar los movimientos de acuerdo a los ángulos de amplitud de movimiento articular (ver anexo 6)
- El elemento realiza la cinesiterapia pasiva en miembros inferiores, manteniendo los arcos de movimiento en las extremidades
- El elemento realiza la cinesiterapia activa en miembros superiores.
- Permite el acondicionamiento y fortalecimiento de la masa muscular en extremidades superiores, abdomen y espalda.
- El elemento permite a través del ejercicio, proporcionar una adecuada irrigación sanguínea y mejorar el sistema cardiovascular y metabólico.

Requerimientos estructurales:

- El objeto debe mantener su forma y su estructura.
- Uso de material cuyo peso garantice la estabilidad del aparato respecto a las superficies.
- Unidad formal en la estructura y en los mecanismos funcionales.
- La estructura esta provista de un área amplia de apoyo en la superficie del suelo para brindar mayor equilibrio y estabilidad a la máquina.

Requerimientos materiales:

- Usa materiales resistentes
- Materiales anticorrosivos.
- Agarres antideslizantes
- Materiales que no fomenten la colonización de gérmenes patógenos.
- Materiales que sean fáciles de procesar

- Materiales que se consigan en el mercado local.

Requerimientos de antropometría:

- Propone la utilización de ángulos e inclinaciones teniendo en cuenta la antropometría del usuario. (ver anexo 7)
- El elemento permite el fácil acceso desde la silla de ruedas.
- Plantear desafíos al usuario respecto a sus necesidades y expectativas en cuanto a su manejo y metas de trabajo que se pueda crear.
- Las dimensiones y formas del objeto permiten al usuario realizar los ejercicios terapéuticos conservando la alineación corporal.

Requerimientos de manipulación

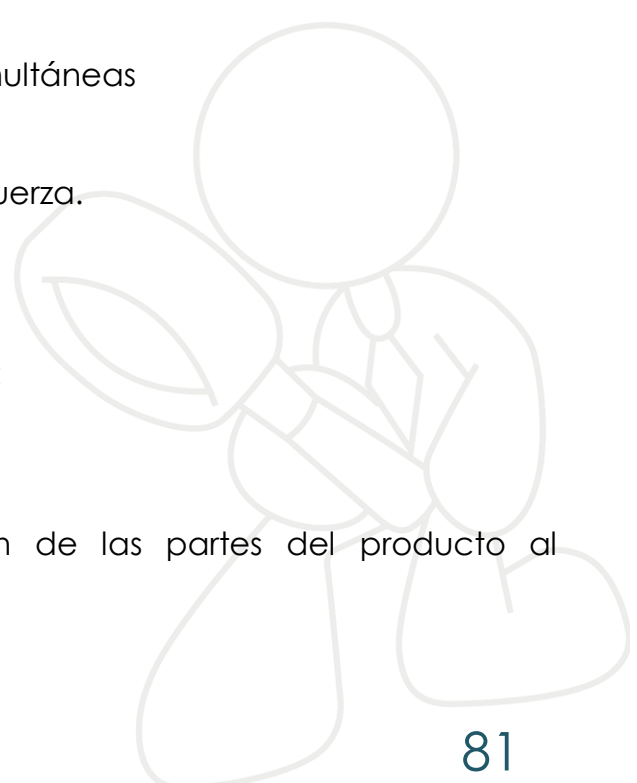
Controles

- Los controles de operación permiten el agarre confortable.
- Evitan el giro de la muñeca
- Evitan la necesidad de acciones simultáneas
- Ofrecen resistencia mínima.
- Las superficies ayudan a aplicar la fuerza.

Requerimientos de comunicación:

Identificación por forma

- La forma facilita la interpretación de las partes del producto al ensamblarlas.



- Conserva la continuidad formal y estética de las máquinas de gimnasio; debido a la connotación perceptiva que tienen éstas hacia la salud y el bienestar físico.
- Que sea identificable como un mecanismo accesible
- El funcionamiento sigue secuencias simples, directas y lógicas.

Orientación del producto o control

La forma indica la orientación del producto o control, de modo que se localice fácilmente la parte superior o la inferior.

7.6. Determinantes

- Condiciones físicas del paciente
- Medidas antropométricas de la población colombiana
- Condiciones económicas de estratos 2 y 3
- Configuración espacial de las viviendas de los estratos 2 y 3
- Norma Técnica Colombiana- NTC ISO 9999 (ver anexo 1)

8. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO

8.1. Complicaciones en paraplejia

8.1.1. problemas digestivos

Cuando se produce una lesión medular, el cerebro queda desconectado de la médula y se pierde toda sensación de llenado rectal, por lo que la persona no percibe deseo de defecar. Como consecuencia, va a aparecer una serie de complicaciones, que se deben tratar de evitar.

Las personas con lesión medular presentan una serie de factores que pueden fomentar o inhibir la actividad del centro sacro, como la edad, dieta, líquidos, actividad (En la defecación participan los músculos abdominales, pélvicos y el diafragma. Si éstos son débiles no serán capaces de controlarla. La actividad física también estimula el peristaltismo), factores psicológicos, estilo de vida, medicamentos, pruebas diagnósticas, trastornos sensoriales y motores, entre otros, entre ellos encontramos, el estreñimiento, diarrea, incontinencia fecal, flatulencias, (Plaza L. *et al.* 2005)

8.1.2. Espasticidad

Los movimientos espásticos son la manifestación de la capacidad funcional de la médula, sin el control de los centros superiores. Sin la regulación y el control de estos centros, la médula no es capaz de seleccionar y responder adecuadamente a los impulsos aferentes que

le llegan desde la periferia. Esta alteración se traduce en un aumento anormal del tono. La espasticidad se presenta en casi todos los casos de lesión medular, pero no siempre requiere tratamiento. Suele presentarse pocas semanas después del accidente y puede hacerlo en diferentes grados. Usualmente, se valora el grado de espasticidad siguiendo la *escala de Ashworth*. Un grado elevado de espasticidad puede dificultar la realización de las AVD, sobre todo: transferencias, higiene, vestido y manejo de silla de ruedas por terrenos irregulares. La espasticidad también afecta a la alineación corporal en sedestación. Estos casos son los que requieren tratamiento: movilizaciones, técnicas posturales y de relajación, prescripción de diferentes fármacos o colocación de boba de baclofeno. (Polonio B. 2003)

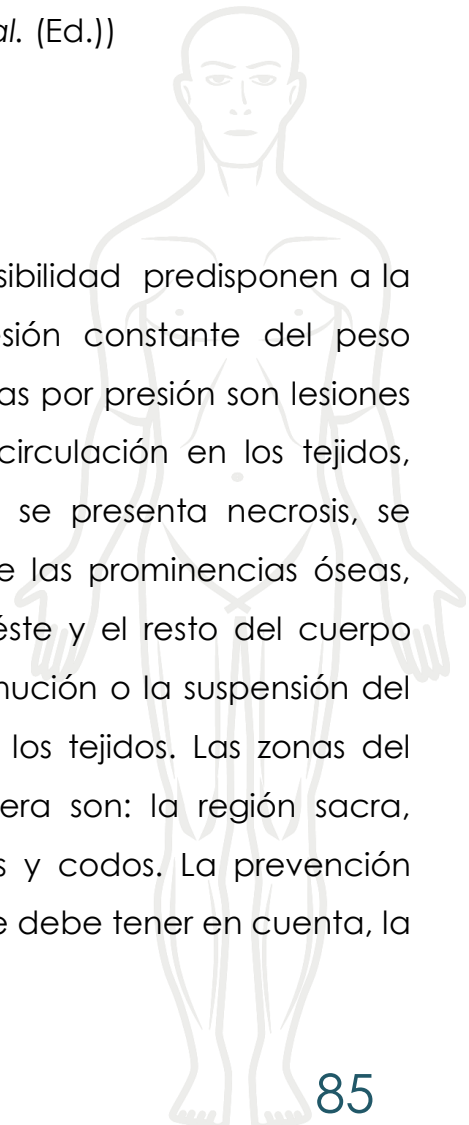
La espasticidad en algunas ocasiones puede resultar útil, como en el caso de la bipedestación, pero por lo regular representan un problema al contribuir con el desarrollo de contracturas, dolor y escaras y dificulta el tratamiento rehabilitador, aumenta la discapacidad del paciente y limita la actividad del cuidador dificultando el aseo y el vestido.

El tratamiento debe ser individualizado, puede ser farmacológico o físico y tiene como objetivo principal prevenir las contracturas, disminuir el dolor y facilitar el posicionamiento, la higiene y los cuidados, primero detectando, previniendo y eliminando los estímulos que agravan la espasticidad, como las úlceras por presión, infección de vías urinarias, impactación fecal, contracturas, dolor, trombosis venosa.

La espasticidad aumenta considerablemente el riesgo de considerar contractura articular en las extremidades inferiores por el reposo o posición prolongada en acortamiento de los músculos, por lo que se emplean los estiramientos musculares para el descenso de la espasticidad, con la fisioterapia se utilizan estiramientos breves, pero se recomiendan que sean más prolongados, a través de férulas, excepto en casos de espasticidad muy grave, lesiones en la piel, edema o alteraciones circulatorias, por otro lado la bipedestación también produce un estiramiento significativo de los flexores plantares del tobillo y la carga ha demostrado tener un beneficio adicional sobre la espasticidad. (López L. 2006 en Sánchez I. *et al.* (Ed.))

8.1.3. Ulceras por presión

La falta de movimiento y la ausencia de sensibilidad predisponen a la formación de úlceras a causa de la presión constante del peso corporal sobre las zonas de apoyo. Las úlceras por presión son lesiones isquémicas, es decir, falta de paso de la circulación en los tejidos, provocan muerte a éstos y posteriormente se presenta necrosis, se producen principalmente en las regiones de las prominencias óseas, que al comprimir la zona de apoyo entre éste y el resto del cuerpo situado superficialmente, provocan la disminución o la suspensión del flujo de sangre, y por consiguiente daño a los tejidos. Las zonas del cuerpo con mayor riesgo a desarrollar úlcera son: la región sacra, isquion, zona trocantérea, maléolos, talones y codos. La prevención más eficaz son los cambios posturales, pero se debe tener en cuenta, la higiene y cuidados de piel.



8.1.4. hipotensión ortostática

Es un descenso súbito de la presión sanguínea como consecuencia de la alteración de la regulación autónoma, que ocurre cuando la persona se coloca en una posición erguida. Con el tiempo este problema disminuirá a medida que aumente la tolerancia a la sedestación y se incremente el nivel de actividad. (Polonio B. 2003)

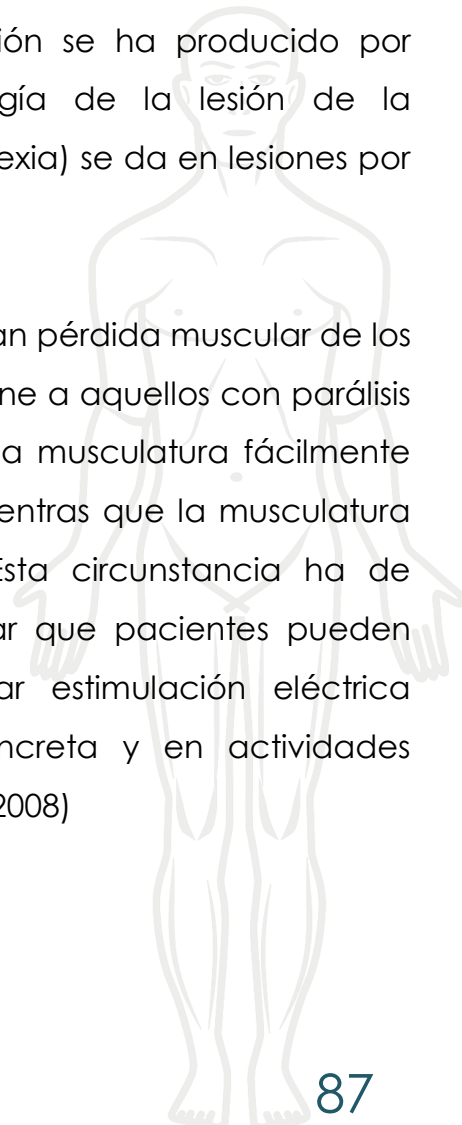
8.1.5. osificación heterotópica

Se refiere a la formación anormal de depósitos de hueso sobre los músculos, articulaciones y tendones. Este fenómeno aparece normalmente entre el primero y cuarto mes, a partir de la lesión. Estas calcificaciones suelen comenzar con aumento del calor local, disminución de la amplitud articular y dolor (cuando el paciente conserva la sensibilidad a ese nivel). Las localizaciones más frecuentes son las caderas, rodillas y extremidades superiores, en los casos de tetraplejía. Es más habitual en los pacientes con lesión medular completa puede tener dolor y un mayor riesgo de presentar procesos tromboembólicos. Todas estas complicaciones, que pueden surgir o no durante el curso normal de una lesión medular, retrasan la salida del paciente del hospital y su reinserción a la comunidad y/o empeoran su pronóstico funcional. (Polonio B. 2003) uno de los tratamientos es la cinesiterapia para evitar limitaciones articulares. (Montoto A. Ferreiro M. Rodríguez A. 2006 en Sánchez I. *et al.* (Ed.))

8.1.6. Cuadros de hipertonía o debilidad muscular

Las personas con lesión medular pueden desarrollar un cuadro clínico por debajo del nivel de la lesión que se encuentra entre la hipertonía (propia de la lesión de la motoneurona superior, en los cordones de sustancia blanca que discurren por toda la medula espinal), y la debilidad muscular o atonía (propia de la motoneurona inferior, en los cuernos anteriores de la sustancia gris). La sintomatología del daño en la motoneurona superior (hipertonía, reflejos osteotendinosos exagerados) se da en pacientes cuya lesión se ha producido por encima de D10, mientras la sintomatología de la lesión de la motoneurona inferior (parálisis flácida y arreflexia) se da en lesiones por debajo de este nivel.

Esta es una de las razones que explican la gran pérdida muscular de los lesionados medulares con parálisis flácida frente a aquellos con parálisis espástica. La parálisis espástica presenta una musculatura fácilmente estimulable mediante impulsos eléctricos, mientras que la musculatura que presenta una parálisis flácida no. Esta circunstancia ha de valorarse terapéuticamente para determinar que pacientes pueden usar neuroprótesis o se les puede aplicar estimulación eléctrica funcional (EEF o FES) en musculatura concreta y en actividades funcionales como la marcha. (López J. *et al.* 2008)



8.1.7. Alteraciones de la estructura ósea

La desmineralización ósea sucede rápidamente en el primer año tras la Lesión Medular (se llega a excretar por orina un volumen de calcio que supone la pérdida de la mitad de la densidad mineral ósea), manteniéndose constante, pero en descenso, a lo largo de la vida del paciente. El primer lugar en el que generalmente se inicia la pérdida de densidad mineral ósea es en la zona supracondílea del fémur. La mayoría de los huesos van quedando hipocalcificados, con signos claros de osteoporosis, lo que favorece su fractura.

Las articulaciones también sufren un proceso degenerativo similar al del hueso, dándose procesos artrósicos por mala alineación corporal y atrofia del propio cartílago articular. Unido a esto, pueden darse osificaciones ectópicas en las zonas de apoyo o de tensión muscular en torno a las articulaciones limitando su movimiento. (López J. *et al.* 2008)

8.2. Fuerza

El desarrollo, mejoría o mantenimiento de la fuerza es uno de los objetivos que se desean conseguir a través del ejercicio terapéutico, ésta 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. A medida que el músculo se contrae y genera tensión, el músculo ejerce una fuerza. La cantidad de fuerza producida depende de gran

variedad de factores biomecánicos, fisiológicos y neuromusculares (Kisner C. *et al.* 2005)

Para desarrollar la fuerza, se emplea el principio de la sobrecarga, en donde la carga supere la capacidad metabólica del músculo. Lo cual genera un aumento de la fuerza en el músculo y para que los músculos puedan producir mayor tensión, puede lograrse con ejercicio de gran intensidad, con número de repeticiones relativamente bajo. (Kisner C. *et al.* 2005)

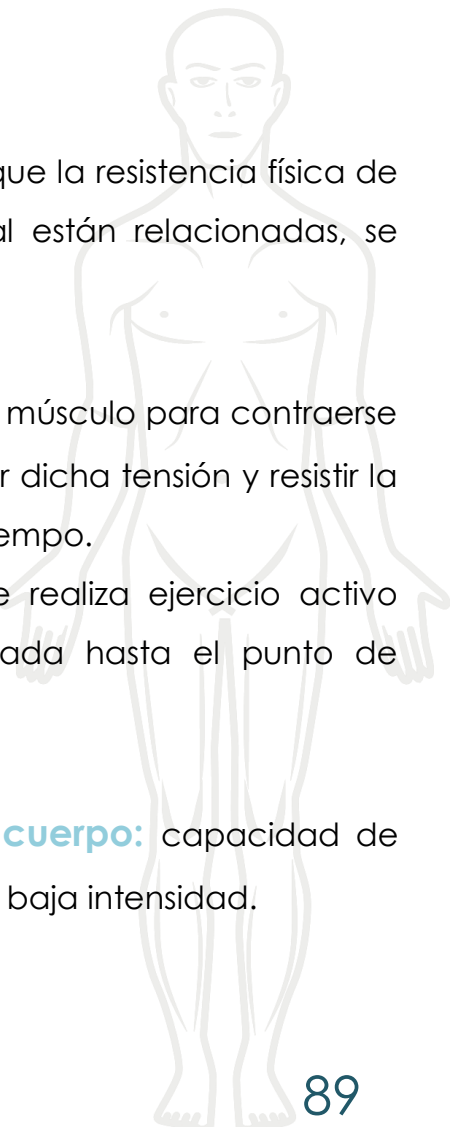
8.3. Resistencia física

En Kisner C. *et al.* (2005), si bien se considera que la resistencia física de un solo músculo y la del cuerpo en general están relacionadas, se definen por separado:

8.3.1. Resistencia muscular: capacidad de un músculo para contraerse repetidamente o generar tensión, mantener dicha tensión y resistir la fatiga durante un periodo prolongado de tiempo.

Para desarrollar la resistencia muscular, se realiza ejercicio activo repetidamente contra una carga moderada hasta el punto de fatiga.

8.3.2. Resistencia física general (total) del cuerpo: capacidad de una persona para mantener un ejercicio de baja intensidad.



Los ejercicios que representen un reto para el sistema de transporte de oxígeno, aumentan la resistencia, la capacidad aeróbica y la capacidad cardiopulmonar, teniendo en cuenta que el transporte eficaz de oxígeno y el consumo máximo de oxígeno, está relacionado con la capacidad aeróbica de la persona.

8.4. Cambios en los sistemas muscular, cardiovascular y pulmonar que aumentan la resistencia física

8.4.1. Cambios inmediatos durante el ejercicio:

- Aumento del riego sanguíneo a los músculos por el aumento de las demandas de oxígeno.
- Aumento de la frecuencia cardíaca
- Aumento de la tensión arterial con un ejercicio intenso.
- Aumento de la demanda y consumo de oxígeno.
- Aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración.

8.4.2. Cambios adaptativos (a largo plazo)

- Cambios musculares, la vascularización de los músculos o la densidad de su lecho capilar aumentan.
- Cambios cardíacos y vasculares, se da, porque se aumenta el gasto cardíaco y el volumen sistólico, lo que produce un aumento de la eficiencia de la capacidad de trabajo del corazón. Por otro lado decrece la frecuencia cardíaca en reposo, es decir, durante el ejercicio aumenta, pero cuando la resistencia física aumenta, la

frecuencia cardiaca regresa al nivel de reposo más rápido después del ejercicio.

8.5. Movilidad y flexibilidad

Si bien la fuerza y la resistencia son necesarias, la movilidad de los tejidos blandos contráctiles y no contráctiles y de las articulaciones también, para el rendimiento de los movimientos funcionales normales. Las personas normalmente durante sus actividades de la vida diaria, elongan y acortan los tejidos blandos y articulaciones continuamente, manteniendo su flexibilidad y movilidad, cuando se presenta una restricción del movimiento, se produce un acortamiento adaptativo (tirantez) de los tejidos blandos y las articulaciones, para lo cual los ejercicios de movilidad restablecen la longitud apropiada de las estructuras implicadas. (Kisner C. *et al.* 2005)

8.5.1. Movilidad/flexibilidad de los tejidos blandos

- **Musculo:** el musculo se acorta cuando se estimula y se relaja después de la contracción, también, puede estirarse pasivamente, el músculo pierde flexibilidad y adopta la posición acortada en que se ha situado cuando permanece inmóvil por un periodo de tiempo, este acortamiento adaptativo del tejido se denomina **contractura**, para recuperar la flexibilidad se debe tener en cuenta las propiedades neurofisiológicas del músculo, el proceso de relajación y las propiedades elásticas pasivas, la elongación de los músculos, se puede

realizar a través de procedimientos pasivos o activos. (Kisner C. *et al.* 2005)

- **Tejido conjuntivo:** el tejido conjuntivo normal, está compuesto por una red de colágeno y sustancia fundamental, aunque no sea contráctil, es un poco flexible y se puede elongar lentamente si se mantiene un estiramiento, y se acortará de modo adaptativo si se inmoviliza. (Kisner C. *et al.* 2005)
- **Piel:** para que los movimientos sean normales, se debe mantener la movilidad normal de la piel, la cual cede al estiramiento durante los movimientos pasivos y activos del cuerpo por su flexibilidad. (Kisner C. *et al.* 2005)

8.6. Movilidad articular

Se necesita de una cinética articular correcta, para que se den los movimientos normales, se necesita laxitud capsular suficiente para que se den los deslizamientos o rodamientos entre las superficies óseas de la articulación. (Kisner C. *et al.* 2005)

8.6.1. Amplitud de Movimiento

El movimiento de un segmento corporal se produce cuando los músculos o bien fuerzas externas mueven los huesos, los cuales se mueven a través de las articulaciones que los unen, que a su vez están rodeadas por tejido blando, en donde dependiendo de su flexibilidad e integridad, afecta el grado de movimiento que se produce entre dos huesos cualquiera, el

máximo movimiento posible, se denomina **amplitud de movimiento**, en donde todas las estructuras de la región se afectan, como los músculos, ligamentos, fascias, vasos, nervios, y superficies articulares, estos movimientos se describen de acuerdo a la movilidad articular y extensibilidad muscular. La amplitud de movimiento suele medirse con un goniómetro y se registra en grados. (Kisner C. *et al.* 2005)

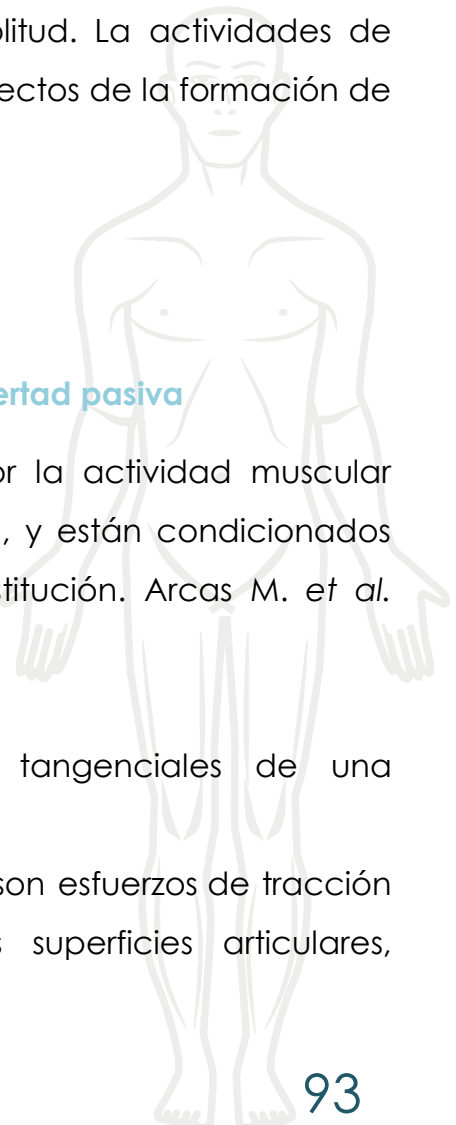
Esta amplitud de movimiento puede verse afectada por lesiones o enfermedades sistémicas, musculares, articulares o neurológicas, o por inactividad e inmovilización, por lo que para mantenerlo, se deben mover los segmentos periódicamente en toda su amplitud. Las actividades de amplitud de movimiento reducen al mínimo los efectos de la formación de contracturas. (Kisner C. *et al.* 2005)

8.6.2. Movimientos articulares

Movimientos correspondientes a los grados de libertad pasiva

Son movimientos articulares que no se dan por la actividad muscular voluntaria de la persona, son de poca amplitud, y están condicionados por la morfología articular, organización y constitución. Arcas M. *et al.* (2004) los cuales son:

- **Los deslizamientos:** son desplazamientos tangenciales de una articulación sobre la otra.
- **Las descompresiones y las decoaptaciones:** son esfuerzos de tracción que pueden separar o descomprimir las superficies articulares,



respetando la fisiología y las propiedades de las estructuras periarticulares.

Movimientos correspondientes a los grados de libertad activos

En Arcas M. *et al.* (2004), Merí A. (2005) Son los movimientos angulares, de gran amplitud conocidos como:

- **Flexión:** Los segmentos que delimitan la articulación se aproximan, se disminuye el ángulo entre los huesos.
- **Extensión:** Los segmentos se alejan, aumentando el ángulo articular.
- **Abducción:** El segmento se desplaza de la línea media, lateralmente, es decir, se separa del cuerpo.
- **Aducción:** El segmento se acerca lateralmente hacia la línea media.

La abducción de la articulación radiocarpiana es un desplazamiento en desviación radial y la aducción radiocarpiana lo es en desviación cubital.

- **Abducción y aducción horizontal:** Se dan en el plano transversal de igual forma con movimientos de alejamiento y acercamiento.
- **Rotación interna (medial) y rotación externa (lateral):** Es el giro de un segmento sobre su eje longitudinal, exceptuando la escápula y la clavícula
- **Pronación y supinación:** Son los movimientos de rotación del antebrazo. Pronación si al final del movimiento la palma de la mano mira hacia abajo y supinación si mira hacia arriba.
- **Flexión lateral:** son los desplazamientos laterales de la cabeza, cuello y

tronco sobre un plano coronal.

- **Inclinación:** para los movimientos laterales de la columna, pelvis y las escápulas.
- **Circunducción:** Es la combinación sucesiva de movimientos que dibujan en el espacio un cono con vértice en el centro articular, es decir, la combinación de flexión-extensión y abducción-aducción, produciendo un movimiento circular.
- **Inversión:** movimiento en el que las plantas de los pies se enfrentan.
- **Eversión:** movimiento en el que las plantas de los pies están hacia afuera

8.7. Coordinación, equilibrio y destrezas funcionales

Las lesiones musculoesqueléticas o neuromusculares, en donde se presenta pérdida de fuerza, inmovilidad de tejidos blandos o pérdida de resistencia física, afectan negativamente la coordinación, el equilibrio y las destrezas funcionales, para recuperarlos, el ejercicio terapéutico se acompaña de la aplicación de los principios del aprendizaje motor. El entrenamiento de la coordinación, el equilibrio y la agilidad, como también las actividades preparatorias de movilidad, estabilización y fortalecimiento, se acentúan para que el paciente realice nuevamente actividades funcionales.

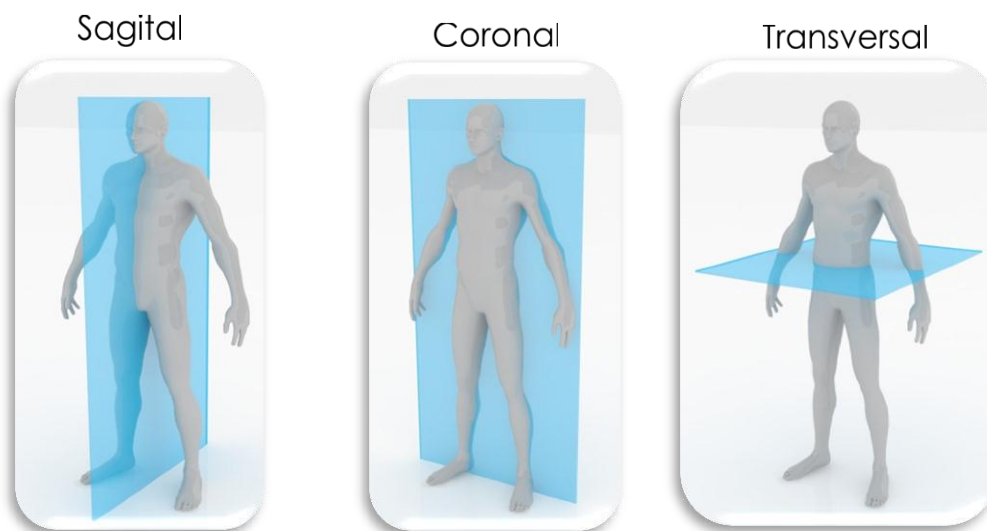
Este aprendizaje requiere de la repetición constante de actividades motoras sencillas a más complejas, para empezar se pueden utilizar movimientos en planos de movimiento anatómico sencillo, y luego realizar movimientos combinados o diagonales. (Kisner *et al.* 2005)

8.8. Posición anatómica

Es la posición de referencia para describir los planos y ejes que sirven para medir el movimiento articular, esta posición es la postura de una persona en bipedestación, erguido, mirada al frente, los brazos al costado y las palmas de las manos abiertas dirigidas hacia adelante, las extremidades inferiores rectos, con los talones aproximados y los pies planos sobre el suelo. (Arcas M. Gálvez D. León J. Paniagua S. Pellicer M. 2004)

8.8.1. Planos y ejes de referencia

En Arcas M. *et al.* (2004) Los planos de referencia se derivan de las tres dimensiones del espacio, estos son:



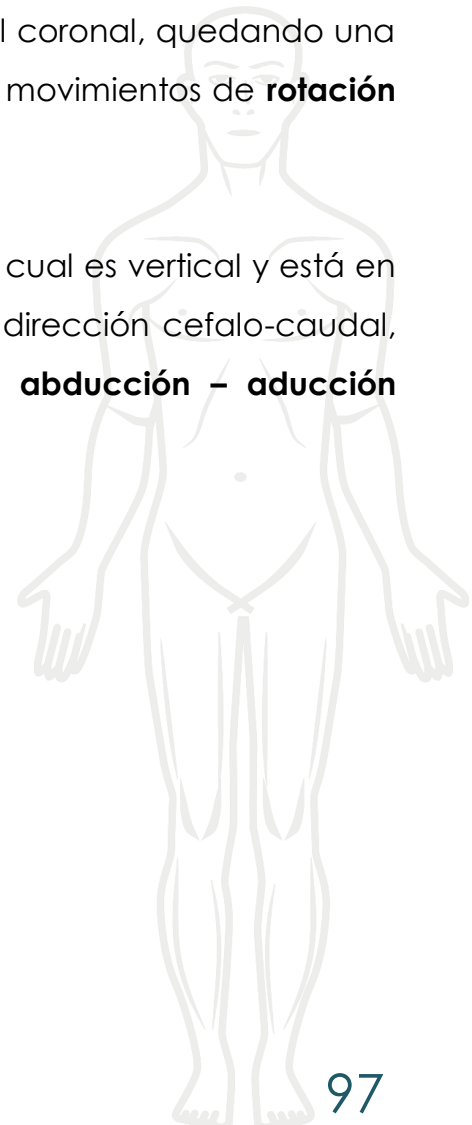
Fuente: Autor

- **Plano sagital o anteroposterior:** divide al cuerpo en dos mitades, de adelante hacia atrás, lado izquierdo y lado derecho, sobre este plano se realizan los movimientos de **flexión y extensión**. En este plano está

el **eje sagital** que se extiende horizontalmente en sentido anteroposterior, se realizan movimientos de **abducción y aducción**, y los movimientos de **flexión lateral del cuello y el tronco**.

- **Plano coronal o frontal:** divide al cuerpo en dos mitades, de derecha a izquierda, es perpendicular al plano sagital, quedando una región anterior y otra posterior, en él se dan los movimientos de **Abducción y aducción y flexiones laterales**, de la cabeza, cuello y tronco. En este plano se encuentra el **eje coronal**, se extiende horizontalmente de derecha a izquierda, se realizan movimientos de **flexión y extensión**.
- **Plano transversal:** igualmente divide al cuerpo en dos mitades, es un plano horizontal, perpendicular al sagital y al coronal, quedando una mitad superior y otra inferior, aquí se dan los movimientos de **rotación y de abducción – aducción horizontal**.

Por otro lado tenemos el **eje longitudinal**, el cual es vertical y está en los planos sagital y coronal, se extiende en dirección cefalo-caudal, se realizan movimientos de **rotación y de abducción – aducción horizontal**.



9. PROPUESTA DE DISEÑO



9.1. Introducción

En Colombia la situación de discapacidad por lesión medular, ha aumentado considerando los índices de violencia por los que atraviesa el país, que además se ve afectada por las barreras arquitectónicas y condiciones económicas de los pacientes siendo los estratos 2 y 3 los que representan el porcentaje mayor según Henao C. (2011)

Debido a que en las unidades de rehabilitación se cuenta con equipos y personal que facilitan la rehabilitación del paciente, se decide realizar la intervención en el hogar, espacio en donde el paciente permanece la mayor parte del tiempo.

Por otro lado, estas personas requieren de adecuación de los espacios para que la inclusión y la rehabilitación se den adecuadamente, equipándola con elementos que lo faciliten, teniendo en cuenta que los elementos adecuados para las personas con paraplejia, que cumplan la función de acondicionamiento físico y se adaptado a sus necesidades, son limitados.

Para el presente estudio se tienen en cuenta las personas con paraplejia con lesión completa, por debajo de T12, con espasticidad leve, los cuales se caracterizan por presentar deficiencia motora y sensitiva por debajo de la lesión, ausencia de control reflejo y voluntario de los esfínteres y alteraciones de la función sexual principalmente, estas personas deben mantener una rutina de actividades de acondicionamiento físico corporal, para minimizar o reducir el rango de complicaciones que se presentan por la inactividad física e inadecuadas técnicas para realizar los ejercicios, pueden ser hombres o mujeres, la edad varía de acuerdo a la capacidad que tenga la persona de realizar los ejercicios, ya que ésta al igual que en todo ser humano, se ve limitada con las características del adulto mayor (vejez).

Por otro lado las medidas se establecen basadas en las medidas antropométricas colombianas, utilizando como referencia el texto “Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995” elaborado por Jairo Estrada y publicado por la Universidad de Antioquia de Medellín, Colombia. (Ver anexo 7)

AFA permite a las personas con paraplejia, realizar actividades de acondicionamiento físico autónomamente, tiene como función principal, realizar movimientos de flexo-extensión en miembros inferiores, a través de movimiento pasivo y por consiguiente, relajación y contracción de los músculos adyacentes, evitando la contractura articular y la atrofia muscular y como funciones secundarias, permite el fortalecimiento de los miembro superiores, tórax y abdomen, a través de movimiento activo, mejorando la fuerza y por consiguiente beneficiando a las actividades de traslados y realización de las AVD.

Algunas de sus características principales son:

1. Permite un rango de movimiento de flexo-extensión de miembros inferiores de 60 a 0°, logrando una semi-bipedestación, teniendo en cuenta que dejarlo en posición de 90°, podría traer riesgo de caída y por ende mayores complicaciones al paciente.
2. A través del ejercicio, mejora el funcionamiento no sólo del sistema osteomuscular, si no también, del cardiovascular, metabólico y respiratorio.
3. El elemento se adapta a las condiciones específicas de las personas con paraplejia, considerando aspectos de seguridad, (fijación a la silla,

fijación de pierna) materiales (se emplean materiales suaves, que no produzcan con el roce, úlceras por presión) ergonomía (los agarres y la postura están previstos para evitar futuras lesiones) y acceso al elemento (desde la silla de ruedas)

4. La persona puede utilizar el elemento autónomamente, lo que disminuye la dependencia para realizar los ejercicios.
5. Al tener el elemento en el hogar, le permite a las personas de condiciones económicas bajas, continuar con su rehabilitación, disminuyendo costos en desplazamiento.
6. el espacio empleado por el elemento, se adapta a las condiciones espaciales de los estratos 2 y 3.

9.2. Descripción formal



AFA, es un elemento diseñado formalmente basándose en el desplazamiento de los caballos al correr, ya que el movimiento realizado, se asemeja al galope, las líneas curvas generan un aspecto visual de fluidez.

Los colores utilizados son azul, en tres tonalidades: (R:95 G:200 B:255) que se utiliza en mayor proporción (carcaza y estructura base) (R:14 G:104 B:157) para la espuma de la férula y el sillín, (R:14 G:72 B:106) para las correas de ajuste, blanco para las partes móviles y el negro para los

soportes antideslizantes, el uso de estos colores en mayor o menor proporción, simbólicamente representan tranquilidad, salud, libertad, armonía, progreso, confianza, limpieza y simplicidad.

9.3. Vistas

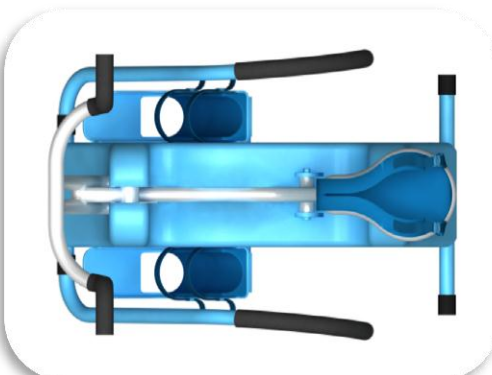
Lateral



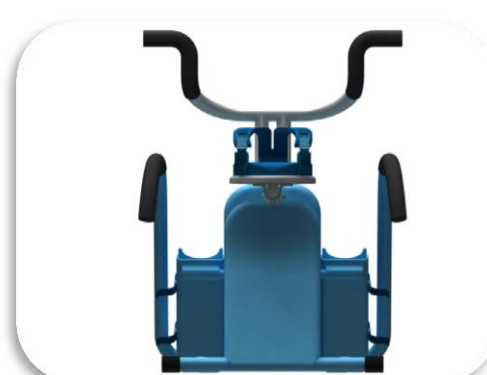
Frontal



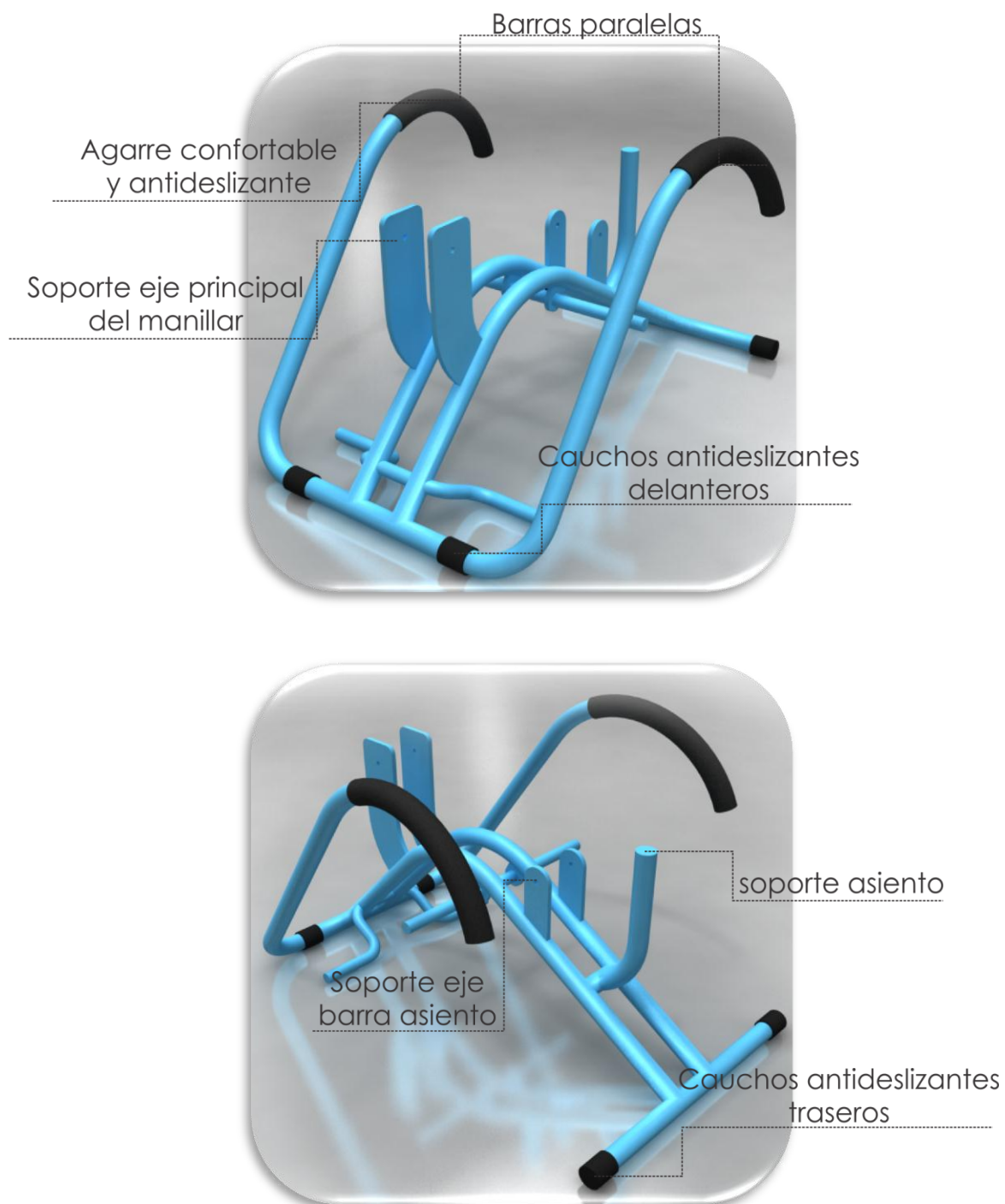
Superior



Posterior



9.4. Estructura principal



La estructura de A.F.A. permite que el elemento soporte una carga máxima de 200Kg, sin embargo, para la realización del ejercicio, se considera un peso máximo de 120kg. Está fabricada en tubería de acero 1020, de 1 1/2" (1 y media pulgadas) calibre 18, que le ofrece resistencia a esfuerzos de tensión, compresión y estabilidad.

Sus medidas son de 100cm de largo x 64cm de ancho en la base del piso en la parte delantera y 60cm en la parte posterior y en las barras paralelas en la parte superior de 73cm, lo que permite no solo el acceso desde la silla de ruedas por la parte posterior, sino también, que ocupe un espacio adecuando considerando las dimensiones espaciales de los estratos 2 y 3 de la ciudad de Cali.

La estructura cuenta con unas barras paralelas que facilitaran el acceso al elemento desde la silla de ruedas, con una altura de 59cm. Para el agarre se emplea etilenvinilacetato (EVA), el cual es un polímero, que puede ser procesado igual que los termoplásticos, y se acerca a los elastómeros por su suavidad y flexibilidad, tiene buena claridad, brillo, propiedades de barrera, resistencia a bajas temperaturas y resistencia a la radiación UV, tiene poco o ningún olor, resistencia al estrés, propiedades de adhesivo, este material facilitará el agarre antideslizante.

En la parte inferior cuenta con cauchos para evitar que la estructura se desplace durante los movimientos.

9.5. Asiento



El asiento está fabricado con espuma antiescaras, recubierta con tela impermeable lisa, para su fácil limpieza, que se fija a la base, fabricada en poliamida (PA) reforzada con una lámina de acero, el PA es un termoplástico, que tiene buena resistencia mecánica, a la tracción, al impacto, buena tenacidad, buena estabilidad formal, buena resistencia química, buena resistencia al desgaste y a la fatiga y no tiene olor.

Por otro lado, como parte del asiento se tiene los cinturones de seguridad, para evitar desplazamientos, que va alrededor de los muslos fijándolos a la base del asiento. Estos cinturones son ajustables a las diferentes medidas de los usuarios y el asiento está ubicado a una altura de 56cm lo que permite un fácil acceso desde la silla de ruedas.

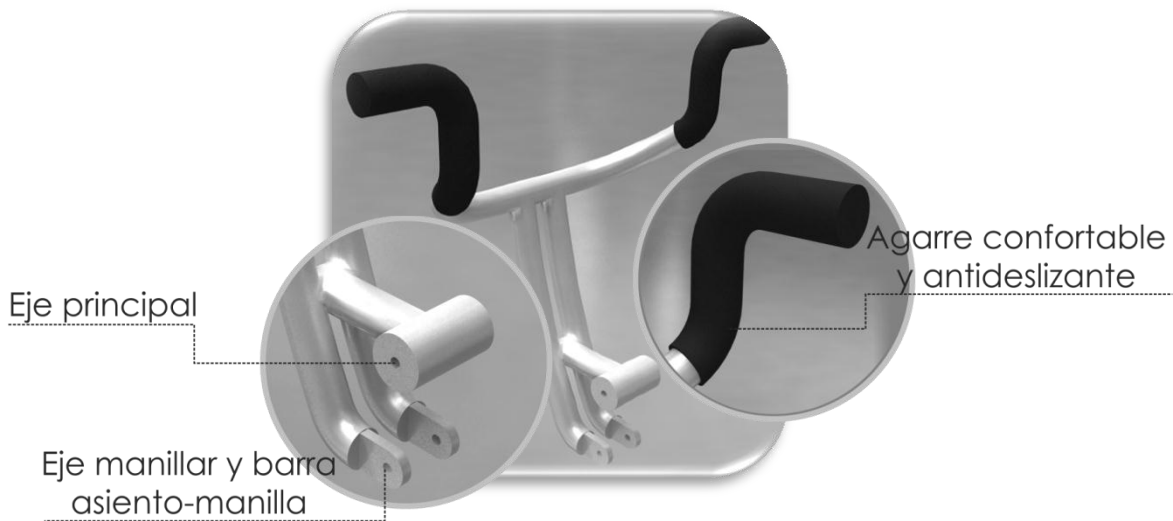
En la parte inferior tiene dos soportes de fijación a la barra asiento, uno de ellos puede apretarse con un tornillo, de manera que se fije bien, evitando desplazamientos inadecuados, el cual se libera en caso de que se requiera mover el asiento hacia atrás o adelante, de acuerdo a la antropometría del usuario.

9.6. Manillar



El manillar está fabricado en tubería de acero 1020 de 1 y 1/2" (una y media pulgadas) calibre 18, que le ofrece resistencia a esfuerzos de tensión, compresión y estabilidad.

En la parte inferior tiene el eje principal que se une a la estructura y el eje que se une con la barra asiento-manillar.



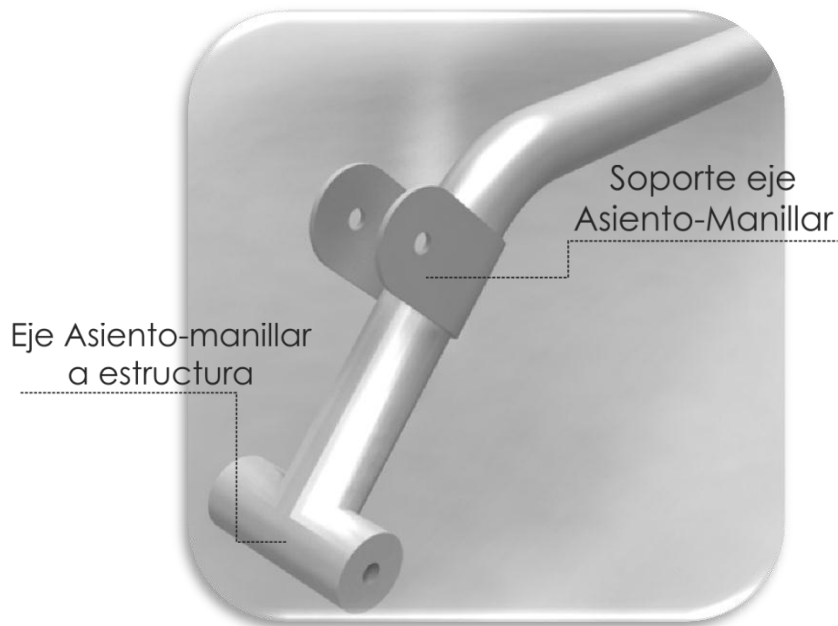
Tiene una altura de 93cm lo que permite mantener la alineación corporal durante la realización del ejercicio, los agarres están cubiertos con EVA, para el confort y evitar el deslizamiento. Los agarres se ubicaron de tal manera que sean cómodos pero buscando un punto intermedio entre ergonomía, funcionalidad y simplicidad de la comunicación visual del objeto.

9.7. Sistema de movimiento (palancas)

La barra del asiento y la barra asiento-manillar están fabricadas en tubería de acero 1020 de 1 y 1/2" (una y media pulgada).

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

La barra del asiento se observa en la parte proximal, el eje que se une a la barra asiento-manillar y en la parte distal se ubicará el asiento.



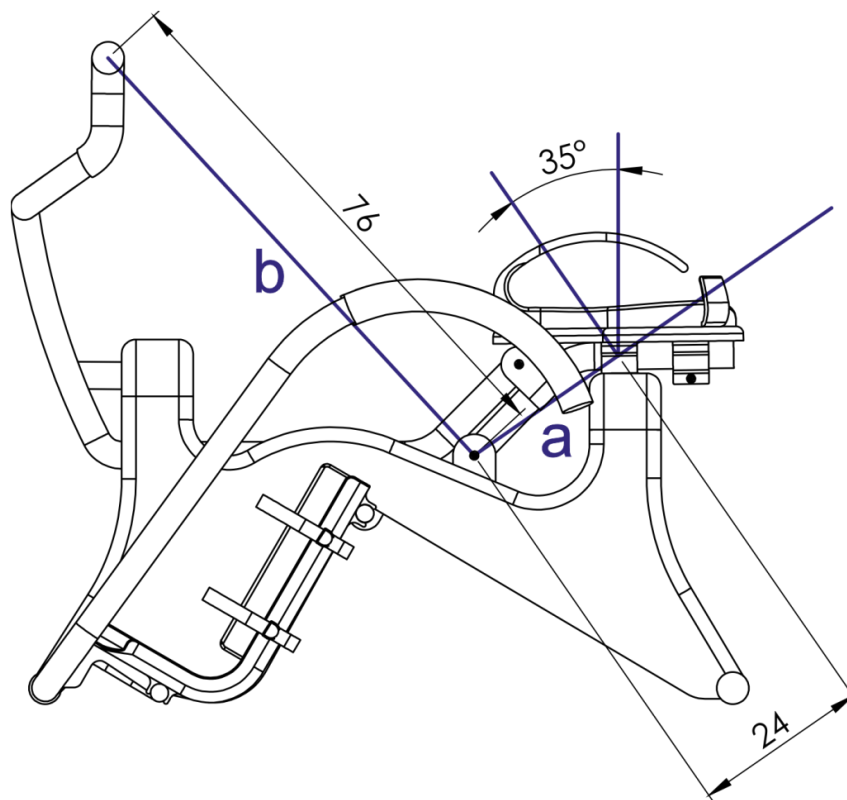
La barra asiento-manillar en sus dos extremos cuenta con ejes para unirse a la barra asiento y al manillar.



9.8. Manipulación

Para la manipulación se tiene en cuenta que a través del sistema de palancas, el usuario logre levantar con la fuerza de los brazos el peso el cuerpo.

Teniendo en cuenta que el percentil 95 del hombre colombiano tiene un peso de 87.9 Kg y considerando un sobrepeso con 30kg mas, es decir, 117.9kg, al cual se le resta el porcentaje de peso de las piernas, ya que estarán apoyadas en la estructura y su peso no se levanta, lo que equivalente al 11.9% menos, la fórmula para evaluar el peso que debe levantar el usuario con los brazos, se calcula con un peso de 104Kg.



$$W_p = 104 \text{ Kg} \cdot \frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 35$$

$$W_p = 835 \text{ N}$$

Ahora

Fb (fuerza de brazo)

$$Fb = \frac{W_p \cdot a}{b}$$

$$Fb = \frac{835 \cdot 0.24}{0.76}$$

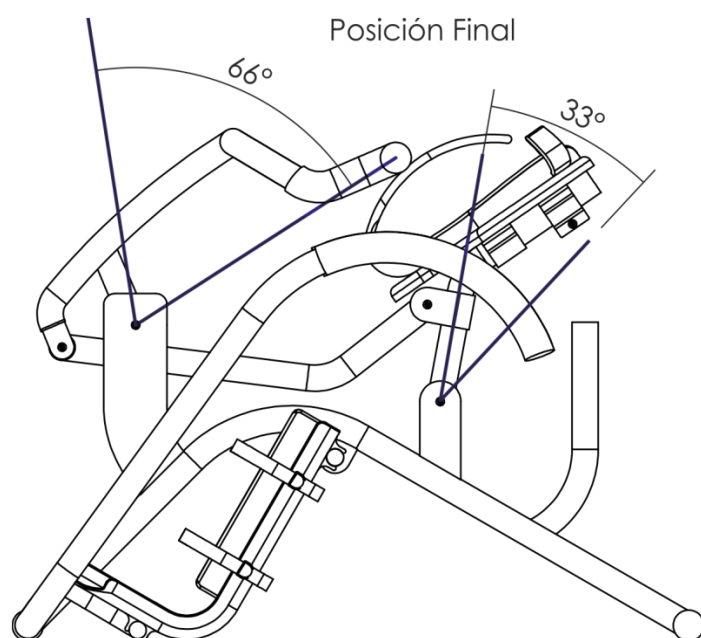
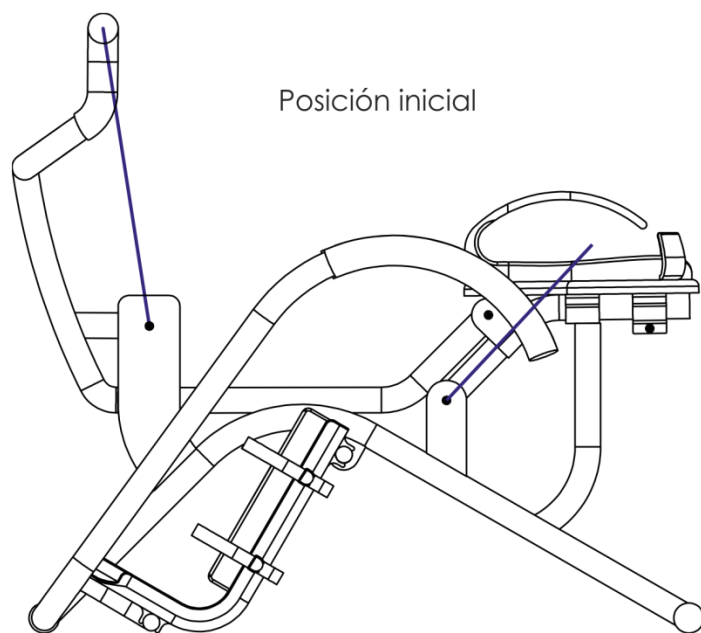
$$Fb = 263 \text{ N}$$

$$Fb = 26.8 \text{ Kg}$$

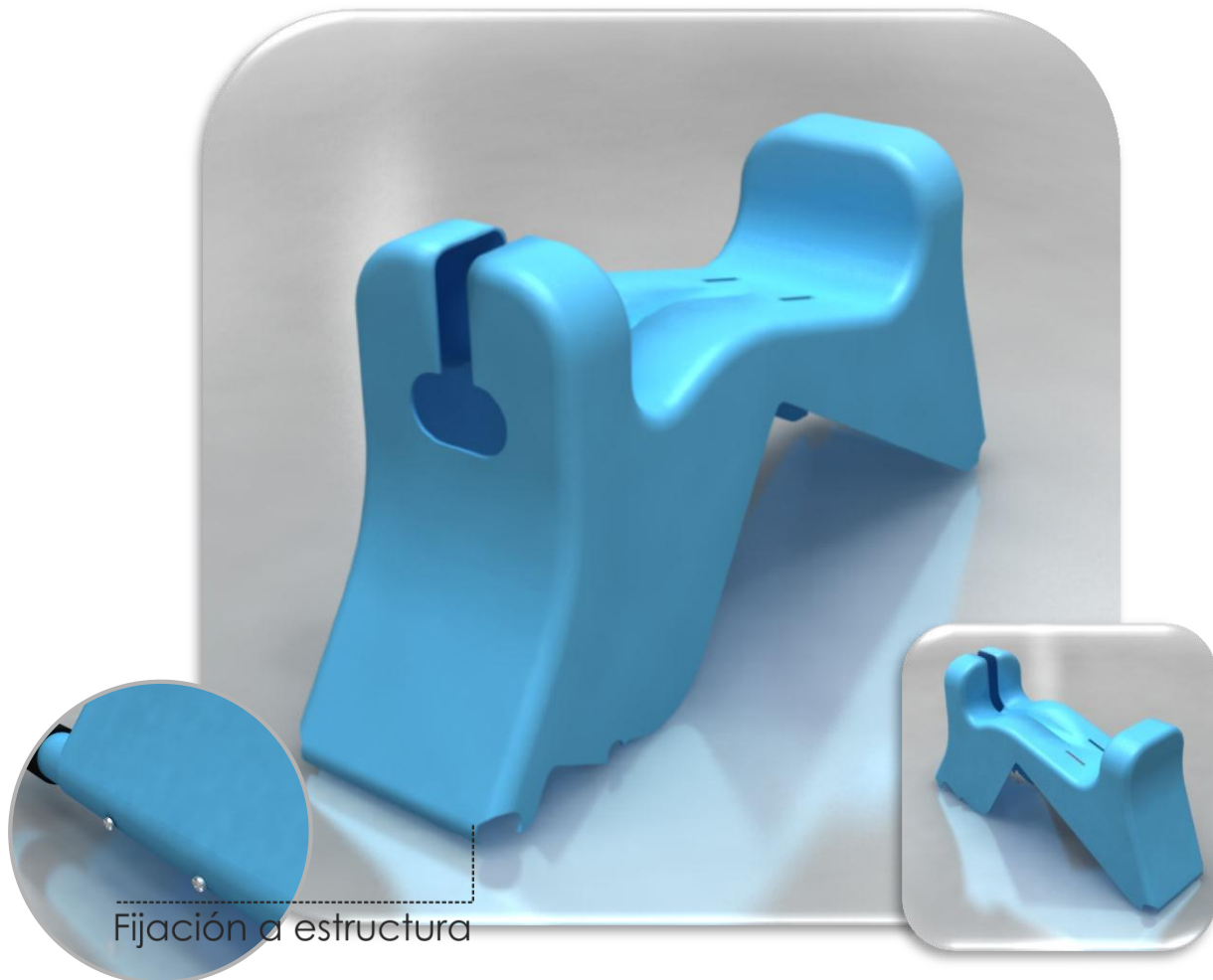
Según la fórmula anterior el usuario debe levantar con ambos brazos un peso de 26.8Kg.

En la posición inicial el manillar se desplaza hasta un ángulo de 66° al llegar a su posición final y el asiento hasta un ángulo de 33° como se muestra en las siguientes imágenes.

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA



9.9. Carcasa



La carcasa está fabricada en Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) el cual es un termoplástico cuyas propiedades son la buena resistencia química, mecánica, resistente al impacto, resistente al calor y a cambios bruscos de temperatura, alta estabilidad de forma al calor, buena resistencia al rayado, su apariencia es rígida y permite acabados superficiales de alto brillo con molde.

Formalmente tiene superficies y bordes curvos y suaves, la función principal de la carcasa es aislar al usuario de los mecanismos y partes que puedan

causar una lesión por el contacto inadecuado, tiene un ancho de 25cm en la parte superior y de 26cm en la parte inferior para facilitar el termoformado, en los laterales se ubicará las férulas, manteniendo fijas las piernas y se fija a la estructura desde la parte inferior como se muestra en la figura anterior.

9.10. Férula

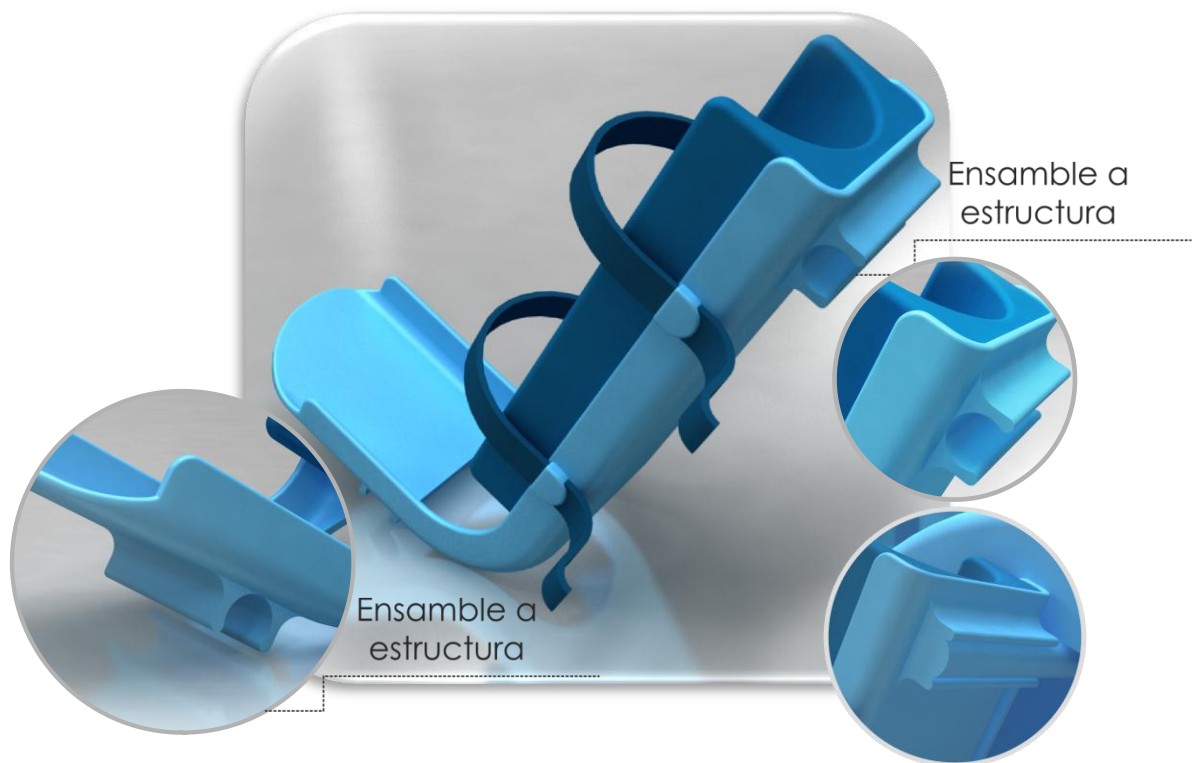


La férula está compuesta por una superficie rígida y una flexible, la rígida, brinda estabilidad a la pierna, fabricada en PP (Polipropileno) el cual es un termoplástico con alta resistencia a la temperatura, no se afecta por ataque de hongos y bacterias, alta resistencia a la tensión y a la compresión, es ligero y resistente al estrés; la superficie flexible, que evita lesiones en la piel del paciente, además de brindarle comodidad y está

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

fabricada en espuma antiescaras, recubierta por una tela impermeable lisa, cuenta con dos correas que fijaran la pierna a la férula, recubiertas con una superficie suave, acolchada que evitará lesiones en la piel producidas por el roce durante el movimiento. En la parte inferior se deja un orificio que evitará la presión continua con el talón del usuario y por su forma, se identifica la que se ubica en el lado derecho y lado izquierdo.

En la parte inferior y posterior de la férula, tiene los soportes que se ensamblan a la estructura, y los laterales adyacentes a la carcasa, se fijaran a ésta.



9.11. Modo de uso



1 El usuario accede desde la silla de ruedas, ubicándose en la parte posterior.

2 Con la ayuda de las barras paralelas, el usuario se desliza hacia el sillín, previamente ubica las piernas en la posición adecuada.

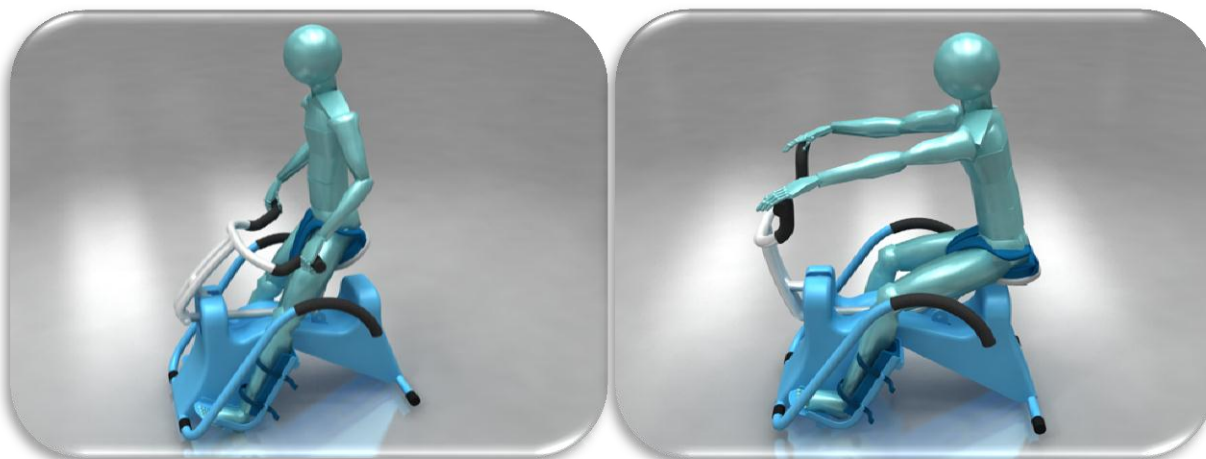




3 Se realiza la fijación al elemento, asegurando las piernas y los muslos a través de las correas de seguridad.

4 El usuario hala del manillar, el cual a través del sistema de palancas, simultáneamente eleva el sillín permitiendo la extensión de los miembros inferiores.





5 Al descender regresa a la posición inicial, de esta manera se pueden realizar movimientos repetitivos a través de rutinas de ejercicios, previamente indicados por el equipo de rehabilitación.

CONCLUSIONES

- Entender las necesidades de los usuarios, a través de un acercamiento directo, permite tener mejor claridad de la situación problemática, ya que son ellos los directamente afectados y quienes conocen que es lo que realmente necesitan.
- A través de la observación de los casos de estudio, se identifican las principales limitaciones por las que las personas con paraplejia no realizan las actividades de acondicionamiento físico autónomo, en donde se evidencia la falta de elementos que les faciliten realizar la actividad de manera segura, de acuerdo a sus necesidades, evitando lesiones por realizarla inadecuadamente.
- Si bien a las personas con paraplejia se les informa sobre las complicaciones y riesgos que presentan al no realizar las actividades de acondicionamiento físico, no las realizan por falta de motivación, teniendo en cuenta que si no tienen elementos que lo faciliten, requieren de alguien que les facilite la actividad, esta situación de dependencia, evita que realicen rutinas diarias de ejercicios.
- Las alternativas y la tecnología al servicio de las personas con discapacidad son limitadas y si bien en algunos casos se les suministran las ayudas técnicas, no hay un seguimiento del producto, en donde se confirme que efectivamente lo están utilizando y que cumple con las funciones para las que fue fabricado, en donde además se analice la repercusión económica y social de la relación costo/Calidad, lo cual permita mejorar el sistema de inclusión y exclusión de los productos que se suministran a través de los BAT.

- Al crear alternativas de diseño para personas en situación de discapacidad, se deben contemplar no sólo los aspectos funcionales y ergonómicos, sino también la seguridad al utilizar el producto, la forma, el color, el tamaño, ya que de esto depende que el producto genere confianza en el usuario, mejorando la percepción de los mismos y por ende motive a su uso continuo.
- Para empezar AFA se plantea, como un elemento que brinda una resistencia mínima, que permite los movimientos de flexo-extensión de miembros inferiores, para evitar que el usuario no presente dificultad al usarlo inicialmente y traiga como consecuencia el no uso del producto, sin embargo, al fortalecer continuamente los músculos de las extremidades superiores, pueden adicionarse mecanismos de resistencia que generen nuevas metas en la utilización del producto.
- Para influir en el mejoramiento de la calidad de vida y la inclusión de las personas en situación de discapacidad se debe continuar haciendo investigaciones al respecto que incluyan más población y mejores recursos.
- Una de las principales aspiraciones de las personas con paraplejia es recuperar su autonomía, AFA se ofrece como alternativa para el acondicionamiento físico autónomo, fortaleciendo miembros superiores, tórax y abdomen y evitando problemas osteomusculares en miembros inferiores, lo cual, mejorará la habilidad y capacidad de las personas para realizar los traslados y las actividades de la vida diaria, como también previniendo la presencia de complicaciones en otros sistemas como el cardiovascular, respiratoria y metabólico,

por lo que la persona dependerá cada vez menos de las personas que les rodea.

- AFA se plantea como elemento de entrenamiento de uso diario, creando una rutina de ejercicios que favorezca la rehabilitación del paciente.
- El proceso de rehabilitación del paciente implica un gasto adicional para el paciente, considerando las condiciones económicas de la población, tanto en ayudas técnicas, desplazamiento, medicamentos y demás elementos que requieren para el bienestar físico y social, al implementar AFA como elemento que se puede utilizar en el hogar y teniendo en cuenta que su funcionamiento emplea mecanismos, estructura y materiales de fácil adquisición, facilita la rehabilitación continúa.
- El diseño de AFA se construye mediante la intervención no sólo de la disciplina del diseño industrial, sino también, a través de sugerencias, proporcionadas por fisiatras del área de medicina y rehabilitación física del hospital universitario del Valle, como de fisioterapeutas y de los mismos pacientes, quienes presentaban sus inquietudes y sugerencias de las alternativas que consideraban utilizarían y de los sistemas de protección que necesitaban.

ANEXO 1.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9999

AYUDAS TÉCNICAS PARA PERSONAS CON LIMITACIÓN. CLASIFICACIÓN

La NTC ISO 9999 clasifica las ayudas técnicas en clases, subclases y divisiones; cada una de las cuales maneja un código y un nombre técnico.

Ayudas técnicas por código y clase

Código/ Clase	Nombre técnico de la clase
03	Ayudas para terapia y entrenamiento
06	Ortesis y prótesis
09	Ayudas para el cuidado y la protección personal
12	Ayudas para la movilización personal
15	Ayudas para actividades domésticas
18	Mobiliario y adaptaciones para vivienda y otros inmuebles
21	Ayudas para la comunicación, la información y la señalización
24	Ayudas para el manejo de bienes y productos
27	Ayudas y equipo para mejorar el ambiente, maquinaria y herramientas
30	Ayudas para la recreación

Referentes a terapia y entrenamiento

Código/clase	Nombre técnico de la clase
03 06	Ayudas para terapia circulatoria
03 27	Estimuladores incluidas ayudas para modificación de las funciones fisiológicas, por ejemplo, ayudas para aumentar, disminuir o estabilizar una función.

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

03 48	Ayudas para el aprendizaje del movimiento, la fuerza y el equilibrio
03 48 03	ciclos de entrenamiento y ciclos ergométricos
03 48 06	Barras paralelas y soportes para sostenerse en pie
03 48 12	Aparatos para ejercitar los dedos y la mano
03 48 15	Aparatos para ejercitar los brazos, el tronco y las piernas incluidas barras de pared, trampolines, tapetes para gimnasia y balancines
03 48 18	Brazaletes
03 48 21	Mesas inclinables
03 48 24	Aparatos de bio-retroalimentación para el aprendizaje del movimiento, la fuerza y el equilibrio

ANEXO 2. CLASIFICACIÓN ASIA

En Harvey L. (2010) Para la clasificación según la extensión se tiene en cuenta la escala de discapacidad ASIA, (American Spinal Injury Association) la cual se basa en una valoración estandarizada motora y sensitiva, las cuales pueden ser completas (ASIA A) e incompletas (ASIA B, C, D Y E) y se distinguen unas de las otras por:

- La función motora en S4-S5, que se refleja por la capacidad de contraer voluntariamente el esfínter anal.
- La función sensitiva en S4-S5, que se refleja por la apreciación de presión anal profunda o de la preservación tanto del tacto fino como del pinchazo en el área perianal.
- La fuerza en los músculos por debajo del nivel motor y neurológico.

ASIA A: Sin función motora o sensitiva en S4-S5
ASIA B: Sin función motora, pero si preservación de la función sensitiva en S4-S5
ASIA C: Preservación de la función sensitiva en S4-S5, y preservación parcial motora, y en más de la mitad de los músculos claves por debajo del nivel de la lesión, una fuerza de grado inferior a 3/5.
ASIA D: Sensibilidad normal, preservación de la función motora, y en al menos la mitad de los músculos claves por debajo del nivel de la lesión, una fuerza de 3/5 o mayor.
ASIA E: Función sensitiva y motora normal.

ANEXO 3. Categorías de espasticidad

En Blesedell E. Cohn E. Schell B. (2008) se encuentran 3 categorías:

a. Espasticidad leve

- El reflejo de estiramiento se produce en el último cuarto del rango de movimiento.
- Desequilibrio leve del tono entre músculos antagonistas y antagonistas.
- Ligero aumento de la resistencia al estiramiento pasivo
- Puede haber disminución leve en la movilidad y la capacidad para desempeñar movimientos selectivos finos.

b. Espasticidad moderada

- El reflejo de estiramiento se produce en la mitad el rango
- Desequilibrio pronunciado del tono entre agonistas y antagonistas
- Considerable resistencia al estiramiento pasivo; capaz de moverse a través del rango de movimiento pleno.
- Puede mostrar movimientos lentos que requieren un esfuerzo incrementado; puede haber menor coordinación

c. Espasticidad grave

- El reflejo de estiramiento ocurre en el cuarto inicial del rango de movimiento.
- Desequilibrio grave del tono entre agonistas y antagonistas
- Resistencia pronunciada al movimiento pasivo que impide completar un rango de movimiento pasivo pleno.
- Disminución importante o ausencia de movimiento activo; puede haber contracturas articulares.

ANEXO 4.

LOGROS FUNCIONALES POSIBLES SEGÚN LA GRAVEDAD DE LA LESIÓN EN LA PARAPLEJIA

LOGROS FUNCIONALES POSIBLES SEGÚN LA GRAVEDAD DE LA LESIÓN EN PARAPLEJIA			
Nivel	Músculos inervados	Movimiento Activo	Áreas ocupacionales afectadas
D2-D5	Músculos espinales (parcial) Intercostales (parcial)	Mejor control de tronco, Mayor capacidad respiratoria	• Puede subir y bajar los bordillos altos • Puede realizar marcha semipéndulo con bitutores entre paralelas (no funcional) • Puede realizar las actividades domésticas • Puede desempeñar actividades productivas dentro y fuera de casa (incorporando uso de herramientas) • Actividades deportivas
D6-D12	Intercostales Musculatura abdominal Músculos de la parte baja de la espalda	Mayor control del tronco, flexión anterior y lateral Mayor capacidad respiratoria y mayor resistencia	• Puede realizar marcha péndula con bitutores y caminador articulado (no funcional)
L1-L3	Psoas iliaco Cuádriceps	Flexión de cadera Extensión de rodilla	• Puede realizar marcha en 4 puntos con bitutores (cortos o largos dependiendo del nivel de lesión) y bastones (marcha funcional para interiores) • Puede subir y bajar escaleras con dificultad.
L4-S5	Tibial anterior Gemelos y soleo	Flexión de rodilla Flexión dorsal y plantar del pie	• Puede realizar marcha funcional con alguna ayuda técnica férula antiequina y bastón) por todo tipo de terreno. • Puede subir y bajar escaleras

Fuente: Polonio B. (2003) *Terapia ocupacional en Discapacitados Físicos: teoría y Práctica*. Madrid, Médica Panamericana.

ANEXO 5.

FORMATO ENTREVISTA A PACIENTES CON PARAPLEJIA



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS - DISEÑO INDUSTRIAL

ENTREVISTA DE ACTIVIDADES Y REHABILITACIÓN

NOMBRE _____ EDAD _____
TIEMPO DE LA LESION _____ CAUSA _____ NIVEL DE LA LESION _____
EPS _____ ESTRATO _____

1. Tiempo de hospitalización
2. ¿Asiste o no a programas de rehabilitación y por qué?
3. ¿Al terminar el programa de rehabilitación, se le informó sobre el cuidado del cuerpo y los ejercicios terapéuticos?
4. ¿Realiza los ejercicios terapéuticos en la casa? (si su respuesta es **NO**, explique por qué, si su respuesta es **SI**, cuantas veces y cuánto tiempo los realiza diariamente)
5. ¿Actualmente trabaja o estudia? (horario laboral o de estudio y nivel educativo)
6. ¿Con quién vive? (# de personas con quien vive y ocupaciones)
7. ¿De quién depende económicamente?
8. ¿Cuánto tiempo permanece solo?
9. ¿Qué ayudas técnicas le han proporcionado y quién?
10. ¿En qué actividades presenta mayor dificultad para realizarlas autónomamente y por qué?
11. Si usa silla de ruedas, ¿cuánto tiempo permanece en ella diariamente?
12. ¿Qué actividades realiza desde la silla de ruedas?
13. ¿Qué complicaciones médicas ha presentado? indique por qué.
14. **DESCRIBA SU RUTINA DE ACTIVIDADES DIARIA**

ANEXO 6.

VALORES MEDIOS APROXIMADOS DE REFERENCIA (GRADOS DE MOVIMIENTO ACTIVO LIBRE)

RAQUIS			
Flexión:	• Cervical: 40° • Dorsolumbar: 105° • Lumbar: 60°	Extensión:	• Cervical: 75° • Dorsolumbar: 60° • Lumbar: 35°
Inclinación lateral	• Cervical: 35° - 45° • Dorsal: 20° • Lumbar: 20°	Rotación:	El atlas rota 90° • Cervical: 50° a 90° • Dorsal: 35° • Lumbar: 5°
HOMBRO			
Flexión: 180° Abducción: 180° Rotación interna: 100° - 110°		Extensión: 40° - 50° Aducción: 30° - 45° Rotación externa: 80°	
CODO			
Flexión: 145° Pronación: 85°		Extensión: 0° - 15° Supinación: 90°	
MUÑECA			
Flexión palmar: 80° - 90° Desviación cubital: 40°		Flexión dorsal: 70° - 80° Desviación radial: 15°	
CUATRO ÚLTIMOS DEDOS			
Articulación metacarpofalángica			
Flexión metacarpofalángica: 90°		Extensión: 30°	
Articulación interfalángica			
Flexión próximal: 100° a 130° Flexión distal: 80°- 90°		Extensión: 0° Extensión: 5°	
PULGAR			
Flexión – extensión trapeciometacarpiana: 50° de amplitud articular global. Abducción – aducción trapeciometacarpiana: 60° de amplitud global.			
Flexión metacarpofalángica: 45° Flexión interfalángica: 75° - 90°		Extensión: 10° Extensión: 5° - 10°	
CADERA			
Flexión: 125° Abducción: 45° Rotación interna: 30° - 40°		Extensión: 20° - 30° Aducción: 30° Rotación externa: 60°	

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

RODILLA (Rotaciones medidas con la rodilla flexionada a 90°)	
Flexión 140° Rotación interna: 15°	Extensión: 0° Rotación Externa: 40°
TOBILLO Y PIE	
Flexión plantar: 45° Flexión metatarsofalángica: 30° - 40°	Flexión dorsal: 20° - 30° Extensión: 50°

Fuente: Arcas M. Gálvez D. León J. Paniagua S. Pellicer M. (2004) *Manual de Fisioterapia, Generalidades, Modulo I*, 1ra. Edición, España, Editorial MAD, S.L.

ANEXO 7.

Parámetros antropométricos población laboral colombiana

En Estrada J. *et al.* (1998) se plantean los siguientes parámetros antropométricos de la población laboral colombiana:

Género femenino							
NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	46,7	48,6	53,4	59,1	65,3	71,8	77,0
2, ESTATURA	146,7	148,7	151,7	155,6	159,6	163,7	166,2
3, ALCANCE VERTICAL MAXIMO	182,4	185,4	189,3	195,0	200,6	206,7	210,2
4, ALCANCE VERTICAL ASIMIENTO	169,6	172,1	175,9	181,5	187,3	192,4	196,1
5, ALTURA OJOS [PARADO]	136,2	138,6	141,3	145,1	149,1	153,1	155,2
6, ALTURA SENTADO NORMAL	76,5	77,6	79,6	81,7	83,8	85,6	86,7
7, ALTURA SENTADO ERGUIDO	78,5	79,5	81,1	83,0	84,9	86,6	87,7
8, ALTURA OJOS [SENTADO]	68,4	69,3	71,1	72,9	74,9	76,5	77,6
9, ALTURA ACROMIAL [PARADO]	119,1	120,8	123,6	127,1	130,8	133,9	136,2
10, ALTURA CRESTA ILIACA [PARADO]	85,3	86,8	89,3	92,3	95,4	98,7	100,5
11, ALTURA ACROMIAL [SENTADO]	51,2	52,1	53,3	55,2	56,7	58,1	58,9
12, ALTURA RADIAL [PARADO]	91,4	93,0	95,3	97,8	101,0	103,4	105,3
13, ALTURA MUÑECA [PARADO]	69,7	70,8	72,9	75,0	77,5	79,4	80,8
14, ALTURA DEDO MEDIO [PARADO]	54,6	55,6	57,5	59,3	61,4	63,1	64,2
15, ALTURA RADIAL [SENTADO]	19,0	20,0	21,5	23,1	24,6	25,7	26,6
16, ALTURA MUSLO [SENTADO]	12,1	12,5	13,3	14,1	15,0	16,0	16,5
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	44,7	45,5	46,7	48,5	49,9	51,5	52,5
18, ALTURA FOSA POPLIT, [SENTADO]	35,1	35,7	36,8	38,3	39,7	41,1	42,0
19, ANCHURA BICIGOMATICA	12,4	12,6	12,9	13,3	13,7	14,1	14,3
20, ANCHURA TRANSVERS, CABEZA	14,0	14,2	14,5	14,8	15,2	15,6	15,9
21, ANCHURA BIACROMIAL	32,2	32,8	33,9	35,2	36,4	37,3	38,0
22, ANCHURA BIELTOIDEA	37,5	38,6	40,3	42,1	44,0	46,0	47,1
23, ANCHURA TRANSVERSAL TORAX	23,6	24,1	25,0	26,3	27,8	29,4	30,4
24, ANCHURA ANT, POST, TORAX	15,6	16,3	17,3	18,5	19,9	21,3	22,1
25, ANCHURA BICRESTAL	21,7	22,6	24,1	25,7	27,4	29,2	30,2
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	28,8	29,6	30,8	32,1	33,5	35,3	36,0
27, ANCHURA CODO A CODO	33,9	35,4	37,5	40,6	44,0	47,4	49,5
28, ANCHURA CADERAS	32,6	33,5	35,1	37,3	39,4	41,5	42,6
29, ANCHURA CODO	5,5	5,6	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7
30, ANCHURA MUÑECA	4,5	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5
31, ANCHURA DE LA MANO	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	7,9	8,1
32, ANCHURA DE RODILLA	8,3	8,4	8,7	9,1	9,5	10,1	10,5
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	7,0	7,1
34, ANCHURA DEL TALON	5,4	5,6	5,9	6,2	6,5	6,9	7,0

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

35, ANCHURA DEL PIE	8,2	8,3	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0
36, LARGURA ANT, POST, CABEZA	17,0	17,1	17,6	18,0	18,5	18,9	19,2
37, LARG, ALCANCE LAT, ASIMIENTO	65,1	66,2	68,1	70,1	72,2	74,2	75,3
38, LARG, ALCANCE ANT, ASIMIENTO	61,0	62,0	63,6	65,6	68,0	70,2	71,6
39, LARGURA DE LA MANO	15,4	15,7	16,1	16,6	17,2	17,7	18,1
40, LARGURA PALMA DE LA MANO	8,4	8,6	8,9	9,2	9,6	10,0	10,1
41, LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42,0	43,0	44,4	46,1	47,8	49,5	50,4
42, LARGURA NALGA A RODILLA	51,0	51,8	53,3	55,0	56,7	58,4	59,5
43, LARGURA DEL PIE	21,3	21,6	22,2	22,9	23,7	24,3	24,7
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	17,2	17,5	18,0	18,5	19,1	19,6	20,0
45, PERIMETRO CEFALICO	51,0	51,4	52,3	53,4	54,4	55,4	55,9
46, PERIMETRO DELTOIDEO	93,4	95,6	99,5	103,5	108,4	113,6	116,1
47, PERIMETRO MESOESTERNAL	78,9	81,2	84,1	88,4	92,7	97,2	100,1
48, PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	63,1	65,7	69,8	74,9	81,7	88,4	93,4
49, PERIMETRO ABDOM, (UMBILICAL)	71,5	74,5	79,4	85,4	91,9	99,3	103,5
50, PERIMETRO CADERA	87,0	89,0	92,4	96,6	101,6	106,7	110,1
51, PERIM, BRAZO FLEXION Y TENSO	23,5	24,4	26,0	27,7	29,9	30,0	33,8
52, PERIM, BRAZO MEDIO Y RELAJADO	23,3	24,2	25,9	27,8	30,1	32,3	33,6
53, PERIMETRO ANTEBRAZO	20,9	21,3	22,2	23,4	24,5	26,0	26,9
54, PERIMETRO MUÑECA	13,5	13,6	14,1	14,6	15,2	15,7	16,1
55, PERIMETRO METACARPAL	16,5	16,8	17,4	17,9	18,5	19,1	19,5
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	48,4	49,9	52,9	56,0	59,3	63,2	65,4
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	44,5	45,6	48,0	51,0	54,0	57,6	60,0
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	31,4	32,2	33,6	35,3	37,2	39,0	40,5
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	30,4	31,0	32,3	34,2	36,0	37,7	39,2
60, PERIMETRO TOBILLO	18,5	18,9	19,7	20,6	21,7	22,5	23,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	20,5	20,9	21,6	22,3	23,2	24,0	24,5
62, PLIEGUE CUTANEO SUBESCAPULAR	11,5	13,6	18,3	24,2	31,5	38,9	42,7
63, PLIEGUE CUTANEO ILEOCRESTAL	9,3	11,5	16,0	22,7	30,7	39,3	44,5
64, PLIEGUE CUTANEO SUPRAESPINAL	9,3	11,2	15,1	21,2	29,6	37,8	43,1
65, PLIEGUE CUTANEO UMBILICAL	14,3	17,3	24,4	32,7	42,7	50,3	54,3
66, PLIEGUE CUTANEO TRICEPS	11,9	14,0	17,7	22,3	27,6	34,1	38,4
67, PLIEGUE CUTANEO BICEPS	4,3	5,5	7,2	10,0	14,6	19,9	24,1
68, PLIEGUE CUTANEO MUSLO ANT,	17,5	21,3	27,4	37,0	46,9	55,3	59,2
69, PLIEGUE CUTANEO PIERNA MEDIA	9,0	10,9	14,6	20,7	27,8	36,1	41,0
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,3	20,2	22,0	24,2	26,8	29,9	31,4
71, SUMATORIA 6 PLIEGUES CUTANEOS	88,0	99,8	126,0	162,7	200,2	233,0	258,6
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/ CADERA	0,69	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,89

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

Parámetros antropométricos población laboral colombiana

Género Masculino							
NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	53,7	56,8	62,4	69,1	76,8	83,0	87,9
2, ESTATURA	158,0	160,7	164,6	168,6	173,3	177,1	179,3
3, ALCANCE VERTICAL MAXIMO	198,0	202,1	207,4	213,1	219,8	225,3	229,4
4, ALCANCE VERTICAL ASIMIENTO	183,7	187,6	192,9	198,3	204,4	209,7	213,2
5, ALTURA OJOS [PARADO]	147,3	150,0	153,9	157,9	162,3	166,2	168,4
6, ALTURA SENTADO NORMAL	80,0	81,4	83,6	85,9	88,2	90,3	91,8
7, ALTURA SENTADO ERGUIDO	83,4	84,5	86,5	88,6	90,7	92,7	94,1
8, ALTURA OJOS [SENTADO]	73,1	74,4	76,3	78,4	80,5	82,6	83,6
9, ALTURA ACROMIAL [PARADO]	128,2	130,6	134,4	137,9	141,8	145,3	147,4
10, ALTURA CRESTAL IACA [PARADO]	92,4	94,3	97,4	100,7	104,0	106,8	108,6
11, ALTURA ACROMIAL [SENTADO]	54,2	55,3	57,0	58,8	60,7	62,4	63,3
12, ALTURA RADIAL [PARADO]	98,7	100,6	103,3	106,5	109,6	112,4	114,3
13, ALTURA MUÑECA [PARADO]	74,8	76,3	78,8	81,4	84,0	86,5	88,0
14, ALTURA DEDO MEDIO [PARADO]	57,8	59,2	61,2	63,6	65,9	68,1	69,3
15, ALTURA RADIAL [SENTADO]	19,3	20,4	22,2	23,8	25,4	26,8	27,8
16, ALTURA MUSLO [SENTADO]	12,9	13,4	14,2	15,0	15,7	16,6	17,1
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	48,2	49,3	50,7	52,5	54,4	55,8	56,6
18, ALTURA FOSAS POPLITEA [SENTADO]	38,6	39,3	40,9	42,4	43,9	45,3	46,2
19, ANCHURA BICIGOMATICA	13,0	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,1
20, ANCHURA TRANSVERS, CABEZA	14,5	14,7	15,0	15,5	15,8	16,2	16,5
21, ANCHURA BIACROMIAL	36,3	37,1	38,3	39,6	41,1	42,3	43,2
22, ANCHURA BIELTOIDEA	41,7	42,6	44,3	46,1	48,1	49,9	50,9
23, ANCHURA TRANSVERSAL TORAX	25,4	26,3	27,5	29,1	30,9	32,6	33,7
24, ANCHURA ANT, POST, TORAX	17,4	18,0	19,1	20,3	21,6	23,0	23,8
25, ANCHURA BICRESTAL	24,3	25,1	26,3	27,8	29,4	30,8	31,7
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	29,3	29,9	30,9	32,1	33,4	34,5	35,3
27, ANCHURA CODO A CODO	37,7	39,2	41,4	44,7	47,8	50,5	52,3
28, ANCHURA CADERAS	30,9	31,5	33,2	34,9	36,6	38,3	39,2
29, ANCHURA CODO	6,2	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3	7,4
30, ANCHURA MUÑECA	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,0
31, ANCHURA DE LA MANO	7,7	7,9	8,1	8,4	8,7	8,9	9,1
32, ANCHURA DE RODILLA	8,8	9,0	9,3	9,7	10,1	10,4	10,7
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6,8	6,9	7,1	7,4	7,6	7,9	8,0
34, ANCHURA DEL TALON	6,0	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,6
35, ANCHURA DEL PIE	9,0	9,2	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9
36, LARGURA ANT, POST, CABEZA	17,6	17,9	18,4	18,9	19,5	19,9	20,2
37, LARG, ALCANCE LAT, ASIMIENTO	71,5	72,5	74,7	76,9	79,3	81,5	82,9
38, LARG, ALCANCE ANT, ASIMIENTO	66,1	67,2	69,2	71,4	73,6	76,0	77,2
39, LARGURA DE LA MANO	16,8	17,2	17,7	18,3	19,0	19,6	20,0
40, LARGURA PALMA DE LA MANO	9,3	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3
41, LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42,7	43,6	45,2	46,8	48,5	50,0	50,9

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO AUTÓNOMO EN EL PACIENTE CON PARAPLEJIA EN LA FASE CRÓNICA

42, LARGURA NALGA A RODILLA	52,7	53,7	55,3	57,0	58,7	60,3	61,3
43, LARGURA DEL PIE	23,2	23,6	24,4	25,2	26,1	26,8	27,3
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	18,7	19,1	19,7	20,3	21,0	21,6	22,0
45, PERIMETRO CEFALICO	52,8	53,4	54,4	55,5	56,6	57,8	58,5
46, PERIMETRO DELTOIDEO	102,3	104,7	108,6	113,3	117,9	122,2	124,8
47, PERIMETRO MESOESTERNAL	85,9	88,0	91,9	96,3	100,7	104,7	107,3
48,PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	71,2	73,6	78,1	84,2	91,2	96,1	99,2
49,PERIMETRO ABDOM, (UMBILICAL)	73,7	76,7	81,1	87,7	94,4	100,0	10,8
50, PERIMETRO CADERA	84,8	86,5	90,6	94,5	99,0	102,8	105,3
51, PERIM, BRAZO FLEXION Y TENSO	27,0	27,8	229,4	31,1	32,9	34,4	35,6
52, PERIM, BRAZO MEDIO Y RELAJADO	25,2	26,3	27,8	29,6	31,3	33,0	34,2
53, PERIMETRO ANTEBRAZO	24,0	24,6	25,6	26,8	28,0	29,1	29,9
54, PERIMETRO MUÑECA	15,1	15,7	15,9	16,4	17,0	17,6	18,0
55, PERIMETRO METACARPAL	18,7	19,1	19,7	20,3	21,1	21,7	22,1
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	47,9	49,2	51,8	55,0	58,0	61,0	62,7
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	45,3	46,8	49,1	52,0	54,7	57,1	59,3
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	32,9	33,5	34,8	36,4	38,1	39,7	40,6
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	31,7	32,5	34,1	35,1	37,7	39,2	40,2
60, PERIMETRO TOBILLO	19,7	20,1	21,0	21,9	22,8	23,7	24,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	22,8	23,2	23,9	24,7	25,6	26,5	26,9
62,PLIEGUECUTANEO SUBESCAPULAR	9,2	10,2	13,6	19,4	25,9	32,7	37,1
63, PLIEGUE CUTANEO ILEOCRESTAL	7,6	9,0	13,5	21,7	29,7	37,1	42,5
64, PLIEGUECUTANEO SUPRAESPINAL	5,4	6,2	8,5	13,1	19,2	26,4	32,7
65, PLIEGUE CUTANEO UMBILICAL	7,4	9,4	16,2	27,6	37,8	46,8	51,2
66, PLIEGUE CUTANEO TRICEPS	5,3	6,1	7,9	10,7	14,2	18,7	2,5
67, PLIEGUE CUTANEO BICEPS	3,0	3,2	3,9	5,0	6,7	9,2	11,3
68,PLIEGUECUTANEO MUSLO ANT,	5,7	6,7	9,0	12,9	19,1	32,8	45,0
69,PLIEGUECUTANEO PIERNA MEDIA	3,9	4,4	5,5	7,5	11,0	16,6	23,0
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,5	20,5	22,1	24,4	26,6	28,5	29,8
71,SUMATORIA 6PLIEGUES CUTANEOS	40,4	45,5	64,6	95,9	126,1	164,4	189,5
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/ CADERA	0,81	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99

ANEXO 8.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4201

ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO, EDIFICIOS, EQUIPAMIENTOS, BORDILLOS, PASAMANOS Y AGARRADERAS

Específicamente para agarradera, al cual debe ser un elemento de características y dimensiones ergonómicamente adecuadas para asirse a él:

- Las agarraderas deberán estar construidas con materiales rígidos e inalterables. Se recomienda que las agarraderas tengan secciones circulares o ergonómicas.
- Su superficie exterior tendrá al tacto textura suave y antideslizante y en caso de estar expuestas a temperaturas extremas, deberán estar convenientemente revestidas.
- Las dimensiones de la sección transversal estarán definidas por el diámetro de la circunferencia circunscripta a ella y deberán estar comprendidas entre 35mm y 50mm.
- La separación libre entre la pared u otro elemento deberá ser mayor o igual a los 50mm.
- Las agarraderas deberán ser construidas con materiales rígidos y deberán estar fijadas firmemente.

- Las agarraderas deberán ser capaces de soportar, como mínimo, una fuerza de 1,5 KN concentrada en la posición más desfavorable sin doblarse ni desprenderse.
- Los extremos, deberán ser diseñados curvados, de manera de evitar el punzonado o eventuales enganches.

ANEXO 9. PLANOS TÉCNICOS DE AFA

REFERENCIAS

- Verdugo M. (2009) Prólogo en Brogna P. (Ed.) En *VISIONES Y REVISIONES DE LA DISCAPACIDAD* (pág. 11-14) Primera edición, México.
- Henao C. Pérez J (2011, julio – diciembre). Situación de discapacidad de la población adulta con lesión medular de la ciudad de Manizales, *Hacia la Promoción de la Salud*, Volumen 16, págs. 52 – 67
- Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (2001) Organización Mundial de la Salud, Ginebra. Descargado el 13 de marzo de 2013, en <http://www.imfersomayores.csic.es/documentos/documentos/oms-clasificacion-02.pdf>
- Informe Mundial Sobre la Discapacidad (2011) Organización Mundial de la Salud, descargado el 23 de marzo de 2013. En <http://pablorosales.com.ar/es/wp-content/uploads/2012/12/Informe-de-OMS-sobre-discapacidad-completo-en-esp%C3%B1ol.pdf>
- Rovira E. Cuyás B. (2003) *Libro blanco de la accesibilidad*, Primera edición, Barcelona, Edicions UPC
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2008) descargado el 24 de febrero de 2013 en http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/marco_legal.pdf

- Plaza L. Valdizán M. (2005). *Guía de Cuidados*, La Mancha, Hospital Nacional de Paraplégicos, Servicio de Salud de Castilla la Mancha (SESCAM).
- Henderson V. (1971) *Principios Básicos de los Cuidados de Enfermería*. 1ra. Edición, Suiza, Consejo Internacional de Enfermeras.
- Polonio B. (2003) *Terapia ocupacional en Discapacitados Físicos: teoría y Práctica*. Madrid, Médica Panamericana.
- Vásquez A. Amate E. (2006, Publicación científica y Técnica No. 616) La Discapacidad en América Latina. En *Discapacidad: lo que todos debemos saber*. (Pág. 9-15) Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C.
- Harvey L. (2010) *Tratamiento de la lesión medular, Guía para fisioterapeutas*, edición en español de la primera edición de la obra original en inglés, Barcelona, España, ELSEVIER.
- López J. López L. (2008) *FISIOLOGÍA CLÍNICA DEL EJERCICIO*, Buenos Aires, Madrid. Editorial Médica Panamericana.
- Blesedell E. Cohn E. Schell B. (2008) *Terapia Ocupacional*, 10ª Edición, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.
- Patiño J. (2006) *Metabolismo, Nutrición y Shock*, 4ta Edición, Bogotá, Editorial Médica Panamericana.
- Silva L. et al. (2004) *Enfermeros del consorcio Sanitario de Tenerife*, 1ra Edición, Vol. 2. España, Editorial Mad, S. L.
- Merí Á. (2005) *Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte*, 1ra Edición, Buenos Aires, Madrid. Editorial Médica Panamericana.

- Sánchez I. Ferrero A. Aguilar J. Climent J. Conejero J. Flórez M. Peña A. Zambudio R. (2008), *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física*, 1ra Edición, Buenos Aires, Madrid. Editorial Médica Panamericana.
- Arcas M. Gálvez D. León J. Paniagua S. Pellicer M. (2004) *Manual de Fisioterapia, Generalidades, Modulo I*, 1ra. Edición, España, Editorial MAD, S.L.
- Serra M. Díaz J. De Sande M. (2003) *FISIOTERAPIA EN TRAUMATOLOGÍA, ORTOPEDIA Y REUMATOLOGÍA*, 2da Edición, Barcelona, España, Editorial Masson S.S.
- Chávez A. (2009) *Diseño Mecánico De Una Maquina Para Terapia De Movimiento Pasivo Continuo En La Rodilla*, Tesis de maestría en ciencias en ingeniería mecánica no publicada, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Descargado 09 de noviembre de 2012 en <http://www.biblio-sepi.esimez.ipn.mx/mecanica/2009/Dise%C3%B1o%20mec%C3%A1nico%20de%20una%20m%C3%A1quina%20para%20terapia%20de%20movimiento%20pasivo%20cont%C3%ADnuo%20en%20la%20rodilla.pdf>
- Davoodi R. Brian A. (2003) electrical stimulation assisted rowing exercise in paraplegia. *Medical & Biological Engineering & Computing* Vol. 41 Pag. 183-189, descargado 12 de noviembre de 2012 en <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-9903/2008/1450-99030802077D.pdf>.
- Moreno M. (2011) *Cuerpo y Corporalidad En La Paraplejia: Una Teoría De Enfermería*. Tesis de doctorado en enfermería no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia,

descargado el 7 de noviembre de 2012. En <http://www.bdigital.unal.edu.co/4121/1/539226.2011.pdf>

- Rosero E. Martínez R. Galvis E. (2001) Diseño Y Construcción De Una Máquina De Movimiento Pasivo Continuo Para La Terapia De Rodilla. *Ciencia y Tecnología*. Volumen 3, No. 2. Pag. 56-64. Descargado el 15 de diciembre de 2012. En <http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/incompe/article/view/42>
- Kisner C. Allen L. (2005) *Ejercicio terapéutico Fundamentos y técnicas*, primera edición, Barcelona, Editorial Paidotribo
- Guerra J. (2004) *Manual de fisioterapia*, Bogotá D.C. Editorial El manual moderno.
- Estrada J. Camacho J. Restrepo M. Parra C. (1998) Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995 (acopla95) *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 1998; 15(2): 112-139
- Verswyvel S. (2008) *Una Ciudad Para Todos*, descargado el 19 de mayo de 2013 en <http://www.silladeruedasengestion.org/>.
- Organización Mundial de la Salud (2012) *Obesidad*, descargado el 18 de junio de 2013 en <http://www.who.int/topics/obesity/es/>
- Acosta K. (2012) La obesidad y su concentración según nivel socioeconómico en Colombia. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, Num. 170
- Ríos A. Laserna G. Melo R. Vargas M. Ramírez N. (2007) *Tecnología y Discapacidad*. Secretaria Distrital de Salud de Bogotá, D.C. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, descargado el 06 de julio de 2013 en <http://www.saludcapital.gov.co/Documentos%20Discapacitados/Bancos%20de%20ayudas%20t%C3%A9cnicas/Proye>

cto%20tecnolog%C3%ADa%20y%20discapacidad.pdf

- Ríos A. Laserna G. Melo R. Vargas M. Ramírez N. (2007) *Lineamientos para el Otorgamiento de Ayudas Técnicas*. Secretaria Distrital de Salud de Bogotá, D.C. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, descargado el 06 de julio de 2013 en <http://www.saludcapital.gov.co/Documentos%20Discapacitados/Bancos%20de%20ayudas%20t%C3%A9cnicas/Lineamientos%20Bancos%20de%20Ayudas%20T%C3%A9cnicas%202007.pdf>