

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

“Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliográfica”

Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

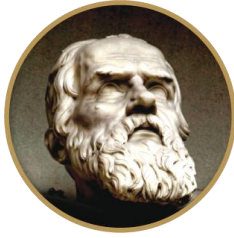
Que presenta



Lidia Marisol de León Sinay
Ponente

14010687
Número de Carnet

Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

“Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliográfica”

Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que presenta



Lidia Marisol de León Sinay
Ponente

LFT. Guillermo Meneses Díaz
Asesor de tesis

Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
Asesor metodológico



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

INVESTIGADORES RESPONSABLES

**Lidia Marisol de León Sinay
PONENTE**

**LFT. Guillermo Meneses Díaz
DIRECTOR DE TESIS**

**Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
ASESOR METODOLÓGICO**



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de Junio de 2019

Estimada alumna:
Lidia Marisol de León Sinay

Presente.

Respetable alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto " Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliografica", correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Francisco Javier
Campos de Yta.
Secretario.

Mtra. María Montserrat
Pardo Corona.
Presidente.

Lic. Ana Karen
Mendoza García.
Examinador.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de Enero de 2019

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que como catedrático y asesor del curso de Tesis de la Licenciatura en Fisioterapia he revisado la ortografía y redacción del trabajo TESIS del estudiante: **Lidia Marisol de León Sinay** titulado **"Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliográfica"** Mismo que a mi criterio, cumple los requisitos de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lcdó. Guillermo Meneses Díaz
ASESOR DE TESIS



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de Enero de 2019

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

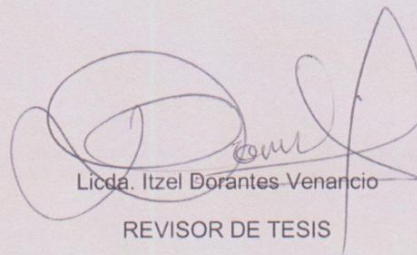
De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno:

Lidia Marisol de León Sinay

De la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliográfica”**. Por lo que, a mi criterio, dicho informe cumple los requisitos de forma y fondo establecidos en el instructivo para Elaboración y Presentación de Tesis de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Lidia Itzel Dorantes Venancio
REVISOR DE TESIS



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS
ASESOR METODOLÓGICO**

Nombre del Asesor	L.F.T Itzel Dorantes Venancio
Nombre del Alumno	Lidia Marisol de León Sinay
Nombre de la Tesina	Estudio comparativo sobre los beneficios de la hidrocinesiterapia Vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años en base a una revisión bibliográfica.
Fecha de realización:	

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

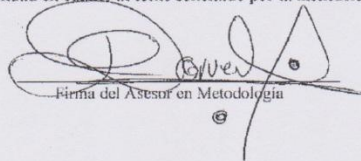
ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	Formato de Página			
a.	Hoja tamaño carta.	/		
b.	Margen superior, inferior, izquierdo y derecho a 2.55 cm.	/		
c.	Orientación vertical excepto gráficos.	/		
d.	Paginación correcta.	/		
e.	Números romanos en minúsculas.	/		
f.	Página de cada capítulo sin paginación.	/		
g.	Inicio de capítulo centrado y en mayúsculas.	/		
h.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	/		
i.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas a 16 puntos.	/		
j.	Times New Roman (Tamaño 12 texto general).	/		
k.	Color fuente negro.	/		
l.	Sangría de 0.6 al inicio de cada párrafo.	/		
m.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	/		
n.	Alineación de texto justificado.	/		
ñ.	Interlineado doble espacio.	/		
o.	Sin espacios entre párrafos solo el propio interlineado.	/		
p.	Espacio después de punto y seguido dos caracteres.	/		
q.	Espacio entre temas 2 (tomando en cuenta el interlineado)	/		
r.	Resumen sin sangrías.	/		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha).	/		
T1.	Títulos de primer orden a 16 puntos y en negritas.	/		
T2.	Títulos de segundo orden a 14 puntos y en negritas, separado del texto siguiente.	/		
T3.	Títulos de tercer orden a 12 puntos en negritas y subrayado. El texto siguiente es continuo sin negritas.	/		
T4.	Títulos de cuarto orden en cursivas sin negritas a 12 puntos. El texto siguiente es continuo en times new roman, sin cursivas.	/		

2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	/		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	/		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	/		
d.	Continuidad en los párrafos.	/		
e.	Párrafos con estructura correcta.	/		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	/		
g.	Correcta escritura numérica.	/		
h.	Oraciones completas.	/		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	/		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	/		
k.	Uso correcto de tildes.	/		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	/		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	/		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	/		
ñ.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	/		
o.	Los números menores a 10 se escriben con letras a excepción de una serie, una página, porcentajes y comparación entre dos dígitos.	/		
p.	Indicación de grupos con números romanos.	/		
q.	Sin notas a pie de página.	/		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	/		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorilladas.	/		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	/		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	/		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	/		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	/		
b.	Figuras, tablas y gráficos referenciados conforme APA sexta edición 2016.	/		
c.	Referencias ordenadas alfabéticamente y con sangría francesa.	/		
d.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	/		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	/		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	/		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	/		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	/		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	/		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	/		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	/		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	/		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	/		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	/		
k.	Comunicó claramente su información.	/		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	/		
m.	Pensó en formas para mejorar la investigación.	/		
n.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	/		
o.	El planteamiento es claro y preciso.	/		

p.	Los objetivos tanto generales como particulares no dejan de lado el problema inicial y son formulados en forma precisa.	/		
q.	El marco metodológico tiene fundamentos sólidos y pertinentes.	/		
r.	El alumno conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	/		
s.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado.	/		
t.	El capítulo II se desarrolla con base en el enfoque y tipos de estudio referido.	/		
u.	El capítulo III se realizó con base en el tipo de investigación señalado.	/		
v.	El capítulo IV proyecta los resultados pertinentes con base en la investigación realizada.	/		
w.	Las conclusiones surgen a partir del tipo de investigación realizada.	/		
z.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	/		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Firma del Asesor en Metodología

**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS
DIRECTOR DE TESIS**

Nombre del Director	L.F.T Guillermo Meneses Díaz
Nombre del Alumno	Lidia Marisol de León Sinay
Fecha de realización:	,

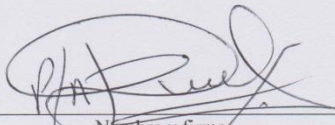
Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	/		
2.	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	/		
3.	La identificación del problema es la correcta.	/		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	/		
5.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	/		
6.	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	/		
7.	El proceso de investigación es adecuado.	/		
8.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	/		
9.	La introducción contiene los elementos necesarios, mismos que hacen evidente al problema de estudio.	/		
10.	Los objetivos han sido expuestos en forma correcta y expresan el resultado de la labor investigativa.	/		
11.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	/		
No.	Aspecto a evaluar	Si	No	Observaciones
12.	Planteó claramente en qué consiste su problema.	/		
13.	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	/		

14.	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.	/		
15.	La pregunta es pertinente a la investigación.	/		
16.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	✓		
17.	Sus objetivos fueron verificados.	✓		
18.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	✓		
19.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	✓		
20.	Los aportes han sido manifestados por el alumno en forma correcta.	✓		
21.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto	✓		
22.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	✓		
23.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	✓		
24.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	✓		

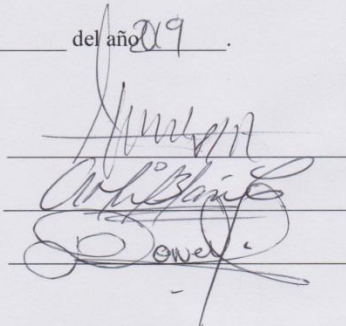
Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


 Nombre y firma

DICTAMEN DE TESIS

Siendo el día 30 del mes de Enero del año 2019.

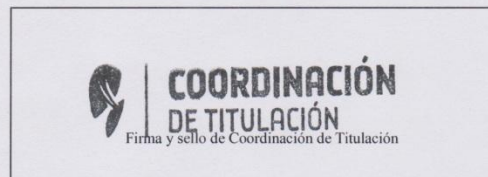
L.F.T Guillermo Meneses Díaz
Director de Tesina
Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
Asesor Metodológico
L.F.T Itzel Dorantes Venancio
Coordinador de Titulación



Autorizan la Tesis con el nombre: Estudio comparativo de los beneficios de la hidrocinesiterapia vs Lokomat en el equilibrio para la reeducación de la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 9 años, mediante revisión bibliográfica

Realizada por el Alumno: Lidia Marisol de León Sinay

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título como Licenciado en Fisioterapia.



Palabras Clave

Parálisis cerebral

Espasticidad

Hemiplejía

Lokomat

Hidroterapia

Hidrocinesiterapia

Neurología

ÍNDICE PROTOCOLARIO

Portada

Portadilla.....	i
Hoja de terna evaluadora.....	ii
Lista de cotejo.....	iii
Lista de cotejo.....	iv
Hoja de dictamen de tesis.....	v
Palabras Claves.....	vi

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
CAPITULO I	2
1.1 Antecedentes Generales	2
1.1.2 Etiología de la parálisis cerebral.....	3
1.1.3 Epidemiología de la parálisis cerebral.....	4
1.1.5 Diagnóstico de la parálisis cerebral.....	6
1.5.4 Evaluación con POSTER	8
1.2 Antecedentes específicos.....	9
1.2.1 Incidencia de la hemiplejia	9
1.2.2 Tipos de Hemiplejía	9
1.2.3 Hemiplejia derivada de un evento cerebro vascular	10
1.2.4 Evento cerebro vascular	11
1.2.5 Tipos de Evento Cerebro Vascular	11
1.2.6 Polígono de Willis	12
1.2.7 Hemiplejía derivada de Parálisis Cerebral.....	13
1.2.8 Definición Parálisis cerebral	14
1.2.9 Tipos de hemiplejía	15
1.2.10 Espasticidad.....	16
1.2.11 Vía piramidal o fascículo corticoespinal	17
1.2.12 Cruce de las pirámides	18
1.2.13 Vía extrapiramidal	19

1.2.14 Características de lesión (neurona motora superior)	20
1.2.15 Herramienta para medición de hipertonía	21
1.2.16 Marcha humana	22
1.2.17 Fases de la marcha	22
1.2.18 Variables de la marcha	23
1.2.19 Análisis cinético y cinemático de la marcha.....	25
1.2.20 Marcha Hemipléjica	26
1.2.21 Hidrocinesiterapia	27
1.2.23 Lokomat.....	32
1.2.23.1 Bases de la rehabilitación con Lokomat.....	32
CAPITULO II	37
2.1 Planteamiento del problema	37
2.2 Justificación	38
2.3 Objetivos	40
2.3.1 Objetivo General	40
2.3.2 Objetivos específicos.....	41
CAPITULO III	42
3.1 Materiales y Métodos	42
3.2 Enfoque de Estudio	45
3.3 Tipo de Estudio correlacional.....	45
3.4 Método de Estudio.....	46
3.5 Diseño de estudio.....	47
3.6 Criterios de Selección	48
3.6.1 Inclusión	48
3.6.2 Exclusión.....	48
CAPITULO IV	49
4.1 Resultados	49
4.2 Discusión	52
4.3 Conclusión.....	54
4.4 Perspectivas o aplicaciones prácticas	56
Referencias.....	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de hemiplejía	10
Tabla 2. Características clínicas de la motoneurona superior	15
Tabla 3. Escala ashwort	16
Tabla 4. Parámetros espaciales de la marcha	18
Tabla 5. Parámetros cinéticos y cinemáticos	21
Tabla 6. Etiologías responsables de marcha hemipléjica	22
Tabla 7. Bases de la hidroterapia	25
Tabla 8. Secuencias de desarrollo normal	29
Tabla 9. Fuentes consultadas	41

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Fuentes consultadas	39
--------------------------------------	----

RESUMEN

La parálisis cerebral (PC) es una patología que afecta al sistema nervioso central específicamente la vía piramidal, provocando distintas características clínicas asociadas a la lesión de motoneurona superior como lo son espasticidad, hiperreflexia, aumento del tono muscular una serie de trastornos motores de origen cerebral, no progresivos que constituyen la causa más frecuente de discapacidad motora en la infancia en distintas áreas de la vida diaria como lo es la marcha independiente, por lo que los pacientes y familiares se ven en la necesidad de buscar el tratamiento adecuado y efectivo adaptado a sus requerimientos y así poder buscar la independencia del paciente. La etiología de esta patología está dividida en tres grupos los cuales son prenatales, perinatales y postnatales.

Hasta ahora el abordaje de los pacientes con parálisis cerebral hemipléjica específicamente en la reeducación de la marcha se considera innovadora mediante técnicas como la asistencia robótica y una de las técnicas con mucha historia y utilización que es la hidrocinesiterapia. Según Karin Kleinsteuber y María de los Ángeles Avaria en 2014 la incidencia mundial de la parálisis cerebral es de 2 a 2,5 por 1000 recién nacidos vivos con escasa variación entre países desarrollados y leves mayor frecuencia en países en desarrollo.

CAPITULO I

1.1 Antecedentes Generales

1.1.1 Antecedentes históricos

La parálisis cerebral (PC) es un desarrollo neurológico reconocido, condición que comienza en la primera infancia y persiste a través de la vida útil; originalmente reportado por Little en 1861, esta ha sido objeto de libros y documentos de algunas de las mentes médicas más eminentes de los últimos cien años. A finales del siglo XIX, Sigmund Freud y Sir William Osler comenzaron a contribuir. Perspectivas importantes sobre la condición. Desde mediados de la década de 1940, los padres fundadores de la Academia Americana de Parálisis cerebral y medicina del desarrollo en los Estados Unidos, y Mac Keith, Polani, Bax e Ingram del Little Club en el Reino Unido, fueron algunos de los líderes que impulsaron los conceptos y descripciones de Parálisis cerebral (Iñaki D'íaz, Jorge Juan Gil y Emilio Sanchez, 2011)

El grupo del cual Bax fue el reportero sintió que esta simple oración podría ser traducida fácilmente a otros idiomas y esperaba que pudiera ser universalmente aceptado en ese tiempo se consideró que era más sabio no definir con precisión lo que "cerebro inmaduro", ya que cualquier definición de este tipo podría limitar servicios a los necesitados. Al igual que sus predecesores, esta formulación del concepto CP se centró exclusivamente en el

aspecto motor. El término “parálisis cerebral” (PC) tiene su origen en 1862 cuando William John Little, un cirujano ortopedista inglés, presentó sus observaciones en un grupo de niños con alteraciones del tono y el desarrollo que él describió como “rigidez espástica”. Notó que muchos de estos niños tenían antecedentes de trabajo de parto prolongado, difícil o presentación distócica, postulando que los trastornos motores observados en estos niños eran resultado de trastornos en el proceso del nacimiento, esta idea fue aceptada durante alrededor de un siglo. (Dra. Karin Kleinsteuber Sáa, Dra. María de los Ángeles Avaria Benaprés y Dra. Ximena Varela Estrada, 2014).

1.1.2 Etiología de la parálisis cerebral

La etiología de la misma puede dividirse en las siguientes causas:

- a) Prenatales: hemorragia materna, toxemia, hipertiroidismo materno, fiebre materna, infarto placentario, exposición a toxinas, drogas, infección Torch, VIH, infartos cerebrales arteriales y venosos, disgenesias cerebrales y factores genéticos.
- b) Perinatales: prematuridad, asfixia pre-perinatal, hiperbilirrubinemia, infección pre-perinatal.
- c) Posnatales: meningoencefalitis, traumatismo craneocerebral, estado epiléptico, deshidratación aguda severa. (Legido Katsetos, 2003)

1.1.3 Epidemiología de la parálisis cerebral

La Parálisis Cerebral es un problema común, la incidencia a nivel mundial se ha calculado del 2 a 2.5 por mil recién nacidos vivos, en USA cada año hay cerca de 10,000 casos nuevos de PC, es más frecuente en niños muy prematuros o de término. Los tipos y la gravedad son clínicamente bien establecidos. Diversos estudios han reportado que la forma hemiparesia espástica se presenta en un 33%, con 24% la diparesia espástica y 6% la cuadriparesia espástica. En relación a la edad gestacional, se considera que los recién nacidos de menos de 28 semanas presentan hasta el 36% PC. Entre las 28 a 32 semanas es el 25%. De 32 a 38 semanas 2.5% y de 38 a 40 semanas el 32%. Por lo tanto la PC se presenta con mayor frecuencia en los prematuros y en recién nacidos de término (Hagberg B, 2001).

1.1.4 Clasificación de la parálisis cerebral

La clasificación de esta patología se divide en dos, según la lesión cerebral y según el área afectada siendo las siguientes las subdivisiones.

1.1.4.1 Según lesión cerebral

- Espástico: este es el grupo más grande; alrededor del 75% de las personas con dicha discapacidad presentan espasticidad, es decir, notable rigidez de movimientos, incapacidad para relajar los músculos, por lesión de la corteza cerebral que afecta los centros motores.

Los síntomas más frecuentes son: hipertonía, hiperreflexión e hiperextensión. La lesión está localizada en el haz piramidal.

- **Atetósico:** en esta situación, la persona presenta frecuentes movimientos involuntarios que interfieren con los movimientos normales del cuerpo. Se producen por lo común, movimientos de contorsión de las extremidades, de la cara y la lengua, gestos, muecas y torpeza al hablar. Las afecciones en la audición son bastante comunes en este grupo, que interfieren con el desarrollo del lenguaje. La lesión de los ganglios basales del cerebro parece ser la causa de esta condición. Menos del 10% de las personas con parálisis cerebral muestran atetosis. La lesión está localizada en el haz extrapiramidal.
- **Atáxico:** en esta condición la persona presenta mal equilibrio corporal y una marcha insegura, dificultades en la coordinación y control de las manos y de los ojos, la lesión está localizada en el cerebelo.
- **Formas mixtas:** Es relativamente frecuente que el trastorno motor no sea “puro”. Asociaciones de ataxia y distonía o distonía con espasticidad son las formas más comunes.

1.1.4.2 Según la topografía corporal

Según este criterio clasificatorio de topografía, es decir, de la parte del cuerpo afectada, podemos distinguir entre:

- **Hemiplejia:** afecta a una de las dos mitades laterales (derecha o izquierda) del cuerpo.
- **Diplejia:** mitad inferior más afectada que la superior.
- **Cuadriplejia:** los cuatro miembros están paralizados.

- Paraplejia: afectación de los miembros inferiores.
- Monoplejia: un único miembro, superior o inferior, afectado.
- Triplejia: tres miembros afectados. (Rojas Castro Nora Elena, 2009)

1.1.5 Diagnóstico de la parálisis cerebral

Para diagnóstico médico de esta patología se utilizan distintos métodos o estudios entre los que se encuentra realizar neuroimagen, si es lactante se puede realizar inicialmente una ecografía transfontanelar, pero en la actualidad la prueba más específica es la RM. Si existe la sospecha de infección congénita, puede plantearse la realización de TAC craneal para visualizar mejor las calcificaciones. En ocasiones los hallazgos de la neuroimagen servirán para confirmar la existencia, localización y extensión de la lesión, e incluso de la etiología, aunque no siempre existe relación entre el grado de lesión visible en neuroimagen y el pronóstico funcional. EEG: no es necesario para el diagnóstico, pero dado que un porcentaje elevado de niños con PC desarrollan epilepsia, se recomienda para la detección de los pacientes con más riesgo y para el seguimiento de los que hayan presentado crisis.

Por otro lado en para el diagnóstico fisioterapéutico se toman en cuenta distintas evaluaciones como lo son:

1.1.5.1 Reflejos posturales y tono

Para evaluar y tratar los problemas del paciente hemipléjico deben comprenderse los factores que subyacen al movimiento normal del cual provee un trasfondo para el movimiento y posee dos tipos de reacciones automáticas:

a) Reacciones de enderezamiento: Permiten la posición normal de la cabeza en el espacio y en relación con el cuerpo y la alineación normal del tronco y los miembros, éste permite la rotación al rededor del eje del cuerpo. (Bobath, 1978)

b) Reacciones de equilibrio: Mantienen y recobran el balance, más complejas que las reacciones de enderezamiento, pueden ser tanto movimientos visibles como cambios invisibles del tono en contra de la gravedad. Los patrones básicos de movimientos evolucionan a partir de las reacciones de enderezamiento de la niñez temprana, que se integran más tarde con las reacciones de equilibrio.(Fiorentino, 1981)

1.1.5.2 Tono postural normal

El tono muscular, que es variable, provee el trasfondo sobre el cual se basa el movimiento y es controlado a nivel subcortical, Debe ser lo suficientemente fuerte para resistir la gravedad permitiendo aun así el movimiento. La hipertonicidad es la pérdida del dinamismo en el tono, que proporciona estabilidad sin movilidad. La hipotonicidad no permite la postura estable necesaria para el movimiento. (Downie Patricia, 2001).

1.1.5.3 Reacciones posturales automáticas normales

En el desarrollo del niño se presentan distintos reflejos con una los cuales se mencionan en la tabla siguiente.

Niveles de maduración en el S.N.C.	Niveles que corresponden al desarrollo de los reflejos	Niveles que resultan del desarrollo motriz
Espinal y/o del tallo cerebral	Apedal Reflejos primitivos	Decúbito prono Decúbito supino
Mesencéfalo	Cuadrupedal Reacciones de enderezamiento	Gatear Sentarse
Cortical	Bipedal Reacciones de equilibrio	De pie Caminar

Tabla.1 Secuencia de desarrollo normal (Fiorentino, 1998)

1.5.4 Evaluación con POSTER

Las reacciones posturales son posturas y movimientos reflejos provocados ante un determinado cambio de posición. Se modifican según los distintos niveles de desarrollo alcanzado por el niño al hacer la exploración neuropediátrica y nos proporcionan de un modo rápido una información clara sobre su desarrollo neurológico.

Categorías de criterios motores mayores:

1. Patrones de movimiento y postura.
2. Patrón motor oral.
3. Estrabismo.
4. Tono muscular.
5. Evolución de las reacciones posturales.
6. Reflejos.

El acrónimo POSTER ha sido sugerido para recordar los 6 criterios motores mayores. La presencia de las anormalidades en estas categorías en al menos 4 de las 6 categorías soporta fuertemente el diagnóstico de parálisis cerebral infantil en niños mayores de 1 año, y el tener además un cuadro no progresivo claramente definido hacen el diagnóstico de parálisis cerebral infantil. (Levine M, 2008).

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Incidencia de la hemiplejía

La hemiplejía es la tercera causa de muerte y la primera de discapacidad en países occidentales. Afectando principalmente a los adultos mayores, el 2.6% a las personas entre 55 y 64 años, entre el 5 y 9% en las de 65 a 74 años y finalmente un 15% superior a los 75 años (Sengler, J; 2006).

1.2.2 Tipos de Hemiplejía

1.2.2.1 Hemiplejía Directa

En este tipo de hemiplejía todas las áreas paralizadas se encuentran en la misma mitad del cuerpo (cualquiera de los hemisferios cerebrales), por lo que se comprometen los territorios facial, braquial y crural del lado opuesto (Nieto N.; Aguilar, C.; Alferes, L; 2015)

1.2.2.2 Hemiplejías Alternas

Se constituye por áreas paralizadas en ambos hemisferios. Se produce una parálisis periférica de uno o más nervios craneales del lado de la lesión, con la consiguiente hemiplejía en el lado opuesto. Las lesiones se encuentran por debajo de la cápsula interna, en el tronco cerebral, y además se combinan con parálisis de uno o varios pares craneales del lado opuesto, debido a que las fibras de los núcleos craneales ya se han cruzado. (Nieto N.; Aguilar, C.; Alferes, L; 2015)

1.2.3 Hemiplejia derivada de un evento cerebro vascular

Se refiere al evento neurológico agudo o ictus, causado por una oclusión súbita de un vaso, de origen trombótico, embólico o por hemorragia intraparenquimatosa, subaracnoidea o intraventricular por aneurisma, hipertensión o secundario a un tumor o malformación arteriovenosa (Rozo Andersson, Cantillo Germán y Suárez Juan; 2013).

Una vez que existe oclusión de un vaso cerebral con la consecuente obstrucción del flujo sanguíneo cerebral (FSC), se desencadena una cascada de eventos bioquímicos que inicia con la pérdida de energía y que termina en muerte neuronal. Otros eventos incluyen el exceso de aminoácidos excitatorios extracelulares, formación de radicales libres, inflamación y entrada de calcio a la neurona. Después de la oclusión, el núcleo central se rodea por un área de disfunción causada por alteraciones metabólicas e iónicas, con integridad estructural conservada, a lo que se denomina “penumbra isquémica”.

Farmacológicamente esta cascada isquémica puede ser modificada y disminuir sus efectos deletéreos, lo que representa en la actualidad una de las áreas de investigación más activa. (Van der Worp, 2007)

La principal característica clínica es la aparición súbita del déficit neurológico focal, aunque ocasionalmente puede presentarse con progresión escalonada o gradual. Las manifestaciones dependen del sitio de afección cerebral, frecuentemente son unilaterales e incluyen alteraciones del lenguaje, del campo visual, debilidad hemicorporal y pérdida de la sensibilidad. (Brott T, Adams H; 1989).

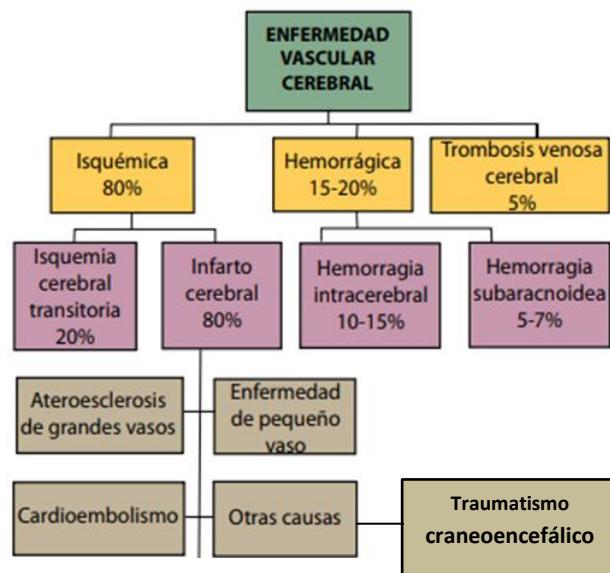
1.2.4 Evento cerebro vascular

Según la Organización mundial de la salud (O.M.S) La enfermedad cerebro vascular es el desarrollo rápido de signos clínicos de disturbios de la función cerebral o global, con síntomas que persisten 24 horas o más, o que llevan a la muerte con ninguna otra causa evidente que el origen vascular (Bargiela Carlos y Bargiela María del Mar, 2015)

1.2.5 Tipos de Evento Cerebro Vascular

Hemorrágico: se Produce al romperse una arteria dentro del cerebro provocando una hemorragia y dañando el sector donde ocurre.

Isquémico: Es la causa más frecuente y se produce cuándo se tapa una arteria y no llega sangre a alguna parte del cerebro (Bargiela Carlos y Bargiela María del Mar, 2015).

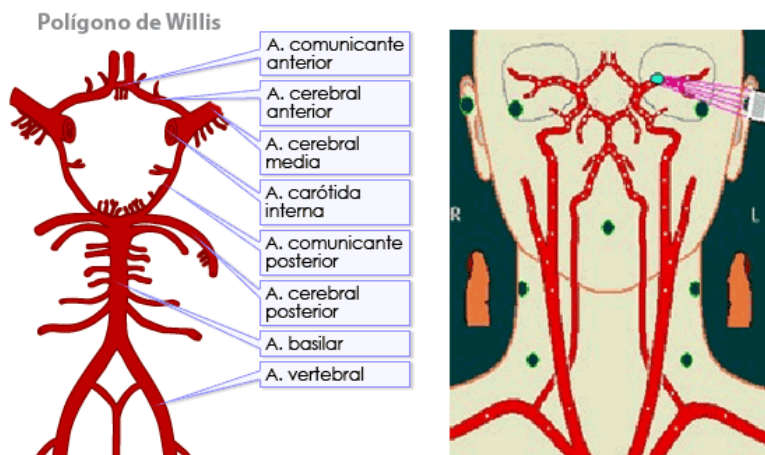


Tipos de Evento cerebrovascular (Arauz Antonio y Ruíz Angélica, 2012)

1.2.6 Polígono de Willis

Este heptágono vascular forma un anillo completo que asegura la distribución adecuada y homogénea de la vascularización encefálica, está situado en la base del cerebro y en su mayor parte en la cisterna interpeduncular o lago subaracnoideo central; se relaciona con el techo de la celda hipofisaria y con el rombo optopeduncular al que rodea y sobrepasa (Strejilevich Leonardo, 2016)

El polígono de Willis está conformado por las dos carótidas internas, los dos segmentos de arteria cerebral anterior, las arterias comunicantes anteriores, posteriores y las arterias cerebrales posteriores. Usualmente provee la comunicación entre la circulación posterior y la anterior (Poveda Fernández Jonathan, 2012).



Polígono de willis (Nieto Roldán Mónica, 2012)

1.2.7 Hemiplejía derivada de Parálisis Cerebral

La hemiplejía en los niños con parálisis cerebral es una característica clínica en la que sólo un hemicuerpo está comprometido. Hay mayor afección en miembro superior que inferior, existe discreta prevalencia de afección del lado derecho. En estudios de resonancia magnética nuclear, generalmente se observa un infarto vascular de la arteria cerebral media. Puede encontrarse alteraciones asociadas como déficit visual en 25%, retraso cognitivo en 28% y episodios convulsivos en 33%. El tratamiento quirúrgico va encaminado a mejorar el mecanismo de la marcha y la utilización más funcional de la mano o miembro torácico en conjunto. (Vázquez Vela Cristina Calzada y Vidal Ruiz Carlos Alberto, 2014).

Para otros autores la fisiopatología es anatomoneurofisiológica y la explican cómo alteraciones motoras que resultan del efecto anatómico y electrofisiológico sobre las neuronas somáticas y autónomas localizadas en la corteza motora, ganglios basales y cerebelo (Prieto M.; 2007)

1.2.8 Definición Parálisis cerebral

Parálisis cerebral es un término que define una serie de trastornos motores de origen cerebral, no progresivos que constituyen la causa más frecuente de discapacidad motora en la infancia. No obstante ser una denominación “antigua”, no ha perdido vigencia ni valor, supone un estudio etiológico acucioso y una conducta terapéutica que incluye múltiples áreas de intervención y de especialistas coordinados a fin de lograr la máxima funcionalidad posible del niño. También se conoce actualmente como “insuficiencia motora de origen central”. La Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) la cataloga con la nomenclatura: G80. (López Santacruz Daniel, Hernández Molinar Yolanda, Martínez Sandoval Beatriz, Miguel Ángel, 2019).

La parálisis cerebral es un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura, causados por una lesión estática en el cerebro en desarrollo (Lambara y cols. 2018). Presenta alteración secundaria del sistema musculoesquelético, por ejemplo, debilidad muscular, rango de movimiento articular restringido y aumento de la rigidez articular (Barber L, Barrett R, Lichtwark G, 2011) esta lesión puede ocurrir antes, durante o después del nacimiento (Ajami y Arkbar, 2016).

En su fisiopatología la parálisis cerebral espástica es una lesión del sistema nervioso central, principalmente la vía piramidal (VP), resultado de esta lesión es la incapacidad para movilizar las extremidades, llegando a ser muy incapacitante, por lo que es fundamental su estudio y comprensión, para mayor conocimiento de su causa (Bolaños Jiménez Rodrigo, 2011)

1.2.9 Tipos de hemiplejía

Tabla.2 Tipos de hemiplejía (Argüelles Póo Pilar,2011)

Tipo	Descripción
Hemiplejia Espástica	Esta hemiplejía casi siempre se presenta con mayor compromiso de la extremidad superior. La etiología se supone prenatal en la mayoría de los casos. Las causas más frecuentes son lesiones cortico-subcorticales de un territorio vascular, displasias corticales.
Hemiplejía Atetósica o discinética	Es la forma de PC que más se relaciona con factores perinatales, hasta un 60-70% de los casos. Se caracteriza por una fluctuación y cambio brusco del tono muscular, presencia de movimientos involuntarios y persistencia de los reflejos arcaicos. Las lesiones afectan de manera selectiva a los ganglios de la base.
Hemiplejía Atáxica	Inicialmente el síntoma predominante es la hipotonía; el síndrome cerebeloso completo con hipotonía, ataxia, disimetría, incoordinación.
Hemiplejia Mixta	Es relativamente frecuente que el trastorno motor no sea “puro”. Asociaciones de ataxia y distonía o distonía con espasticidad son las formas más comunes.

1.2.10 Espasticidad

Este signo clínico puede definirse como un trastorno motor caracterizado por un aumento del tono muscular (reflejo tónico de estiramiento) dependiente de la velocidad, con hiperreflexia osteotendinosa, resultante de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento como un componente del síndrome de motoneurona superior. (Lance JW, 1980).

La espasticidad muscular puede ser explicada por cambios en las propiedades del músculo y tejido blando circundante y no solo por alteraciones en el procesamiento central de las entradas sensoriales en la médula espinal. (Burke D, Wissel J, Donnan G; 2013)

Clínicamente, la espasticidad es reconocida como un fenómeno “velocidad - dependiente” con incremento de los reflejos tónicos de estiramiento como resultado de dos mecanismos regulatorios: 1) pérdida de balance entre las influencias excitatorias e inhibitorias supraespinales, especialmente el tracto reticuloespinal dorsal y 2) anormal procesamiento intraespinal del reflejo de estiramiento como resultado de los cambios en las propiedades intrínsecas de la motoneurona espinal. (Li S; 2017,8).

La definición más reciente, de 2005, plantea que la espasticidad es “un control sensorio-motor desordenado, resultante de una lesión de e motoneurona superior, que se presenta con una activación involuntaria, intermitente o sostenida de los “músculos” (Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burridge J, et al; 2005)

El incremento de la excitabilidad de las sinapsis centrales implicadas en el arco reflejo parece el principal factor que determina el esfuerzo de los reflejos de estiramiento medulares. (Singer y cols. 2001).

1.2.11 Vía piramidal o fascículo corticoespinal

La más sencilla de estas vías consta de conjuntos de dos neuronas, las motoneuronas superiores e inferiores. La corteza contiene el pericarion de casi un millón de motoneuronas superiores de las vías directas. (Tortora Gerard J., 2002)

Las fibras de la vía motora directa o vía piramidal se originan en las neuronas motoras del área motora primaria (primera neurona) y sus axones transportan impulsos nerviosos para los movimientos voluntarios de los músculos esqueléticos. Estos axones descienden por la cápsula interna (región de sustancia blanca situada entre los ganglios basales) hacia el tronco cerebral. En la parte anterior del bulbo el 90% de los axones presenta decusación al lado contralateral. De esta forma, la corteza motora del hemisferio derecho controla los músculos de la mitad corporal izquierda y viceversa. Los axones de la primera motoneurona terminan en núcleos de nervios craneales en el tronco del encéfalo o en el asta anterior medular (segunda motoneurona). Los axones de la segunda motoneurona transmiten los impulsos nerviosos hacia los músculos esqueléticos de la cara y cabeza (a través de los nervios craneales), tronco y extremidades (a través de los nervios espinales). (Guyton AC, 2008).

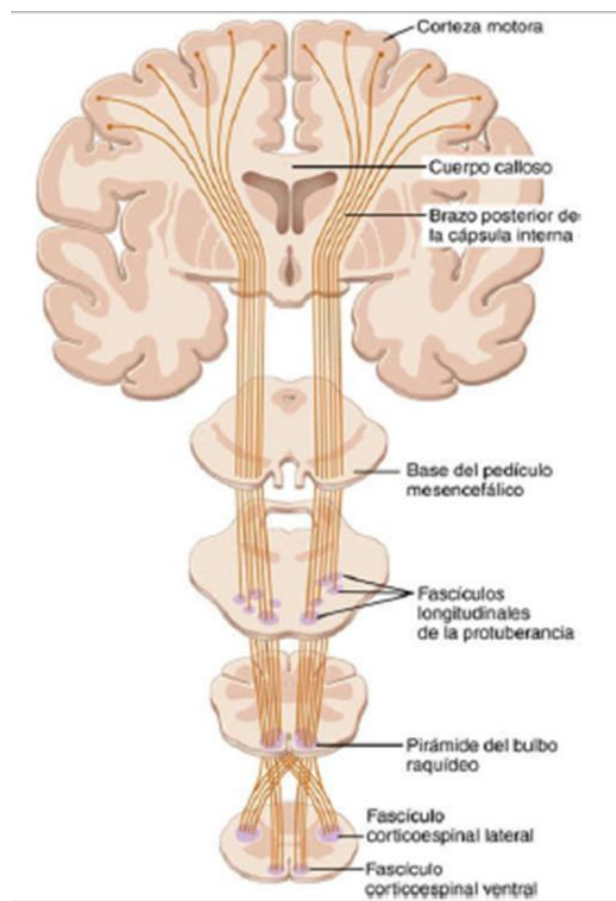
1.2.12 Cruce de las pirámides

El sistema piramidal está formado por el conjunto de las células de la capa V de la corteza cerebral que envían fibras a las pirámides bulbares y sus terminales axónicos, incluyendo los de las ramas colaterales. Por tanto, el vocablo piramidal no hace referencia a la morfología de las células que originan las fibras del tracto, sino a los axones que alcanzan el bulbo homolateral a nivel de la parte intermedia de la oliva inferior. Aproximadamente del 70 al 90% de los axones corticales que alcanzan las pirámides bulbares se decusan, y cerca del 50% de los axones decusados descienden a la médula espinal formando el tracto corticoespinal cruzado. El 50% restante de los axones decusados se distribuye por la formación reticular del bulbo y forma el componente corticobulbar del sistema piramidal. Por tanto, ‘sistema piramidal’ y ‘tracto corticoespinal’ no son términos equivalentes, ya que el segundo forma parte del primero (A. Canedo, 2003)

A partir de la decusación surgen dos grandes haces de neuronas, el corticoespinal anterior (que es ipsilateral) y el corticoespinal lateral (configurado por la mayoría de fibras nerviosas que decusan). El corticoespinal lateral se asocia el movimiento fino de las partes más distales del cuerpo, como los dedos, permitiendo habilidades como la escritura o la manipulación de objetos. El ventral o anterior, aunque no decusa en la decusación piramidal del bulbo raquídeo, se encarga de las áreas proximales de las extremidades, tronco y cuello (Kandel, E.; Schwartz, Jessell, T.M; 2001).

1.2.13 Vía extrapiramidal

Los impulsos nerviosos se conducen por estas vías en circuitos polisinápticos complejos, que abarcan corteza motora, ganglios basales, sistema límbico, tálamo, cerebelo, formación reticular y núcleos del tronco encefálico. (Tortora Gerard J., 2002) Estas porciones incluyen vías a través de los ganglios basales, la formación reticular del tronco del encéfalo, los núcleos vestibulares y, muchas veces, el núcleo rojo. Este grupo de áreas de control motor es tan dispar y abarcador que cuesta atribuir unas funciones neurofisiológicas específicas como un todo al denominado sistema extrapiramidal. De hecho, los sistemas piramidal y extrapiramidal están ampliamente interconectados e interaccionan para controlar el movimiento. (Guyton y Hall, 2009).



Vía piramidal (Guyton y Hall, 2009)

1.2.14 Características de lesión (neurona motora superior)

El trastorno motor de la Parálisis cerebral espástica con frecuencia se acompaña de distintos trastornos como lo son sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos y/o de conducta, y/o por epilepsia que llevan a marcar ciertas características que se muestran en la siguiente tabla.

<i>Neurona motora superior o lesión supranuclear</i>	
Localización	SNC
Causas	AVC, tumores, traumatismos, enfermedades desmielinizantes, enfermedades infecciosas
Estructuras afectadas	Neurona motora superior de la corteza cerebral, tracto corticoespinal y nuclear
Distribución	Nunca músculos individuales: grupo de músculos inervados por los núcleos motores debajo del nivel de la lesión corticonuclear /corticoespinal
Movimientos voluntarios	Deficiente: parálisis o paresia
Masa muscular	Ligera atrofia debido a la falta de uso
Descripción	Parálisis espástica

Tabla.3 Características clínicas motoneurona superior (Iván Rodríguez Claudio, 2012)

1.2.14.1 Efectos de la espasticidad

La espasticidad es un desorden motor caracterizado por un incremento en reflejos tónicos de estiramiento dependiente de velocidad, con reflejos tendinosos exagerados, resultados de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento como un componente del síndrome de neurona motora superior.

a) Mecanismos espinales procesamiento intraespinal anormal

- Incremento de las entradas sensoriales a la médula espinal
- Circuitos reflejos interneuronales alterados (Heckmann C, Mottram C, Quinlan K y Theiss R, 2009)

b) Mecanismo supraespinal y suprasegmentario

- Desequilibrio entre las señales excitatorias e inhibitorias (Trompetto C., Marinelli L, Mori L, pelosin E, y Molfetta L, 2014)

1.2.15 Herramienta para medición de hipertonía

La escala Ashworth es un instrumento psicométrico que se emplea para evaluar la espasticidad muscular, Fue elaborada en 1964 por Ashworth, sin embargo, en la actualidad se utiliza únicamente la escala de Ashworth modificada que elaboraron Bohannon y Smith en 1987. Esta escala se caracteriza por evaluar la espasticidad en cinco categorías principales (de 0 a 4). El valor 0 indica un déficit total de incremento de tono muscular, mientras que el valor 4 específica que las partes afectadas están rígidas en tanto en flexión como en extensión cuando se mueven pasivamente.(Bohannon RW, Smith MB; 1987).

Escala de Ashworth

Evaluación del tono muscular

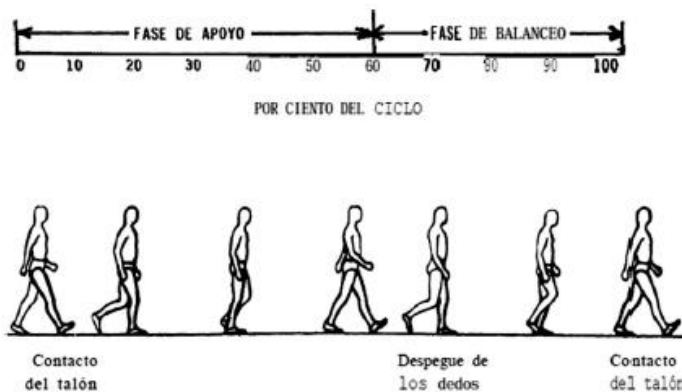
- 1- Ningún aumento del tono muscular*
 - 0 Aumento discreto del tono con resistencia mínima al movimiento pasivo.*
 - 1+ Aumento discreto del tono con resistencia en todo el movimiento pasivo*
 - 2 Disminución del rango de movimiento mayor de 50% y menor del 100%*
 - 3 Rango de movilidad limitada en menos del 50%.*
 - 4 Limitación severa a la movilidad.*
-

1.2.16 Marcha humana

La marcha es definida como “el paso bípedo que utiliza la raza humana para desplazarse de un lugar a otro, con bajo esfuerzo y un mínimo consumo energético” (Javier Daza Lesmes, 2007) con una serie de movimientos alternos y rítmicos de las extremidades y del tronco, que determinan el desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad.(Prat J; 2005).

1.2.17 Fases de la marcha

El ciclo de la marcha comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo y la fase de balanceo. Una pierna está en fase de apoyo cuando está en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo (Sutherland DH, Kaufman KR, Moitza JR; 1994)



Fases de la marcha (Osorio José Henry, Hernando Valencia Mauricio, 2013)

1.2.18 Variables de la marcha

El patrón de marcha está relacionado con múltiples factores: extrínsecos (terreno, tipo de calzado, vestido, transporte de carga); intrínsecos (edad, sexo); físicos, (medidas antropométricas); psicológicos relacionados con la personalidad y las emociones del individuo; fisiológicos (periodo de gestación, proceso normal de envejecimiento); patológicos como traumatismos, patologías neurológicas, músculo esqueléticas o trastornos psiquiátricos; Por lo tanto la influencia de éstos factores podrían modificar el patrón de marcha generando alteraciones transitorias o permanentes, locales o generales.

Parámetros Espaciales	
Longitud de zancada: distancia lineal entre dos contactos de talón consecutivos de la misma extremidad (Javier Daza Lesmes,2007).	Longitud de paso: distancia lineal entre el contacto inicial del talón de una extremidad y el de la extremidad contralateral (40cm aprox. Aunque depende de la estatura del individuo) (Cerde A. L; 2010).
Ancho de paso o Amplitud de base: la distancia entre ambos pies, generalmente entre los talones, que representa la medida de la base de sustentación y equivale a 5 a 10 centímetros, relacionada directamente con la estabilidad y el equilibrio. Como la pelvis debe desplazarse hacia el lado del apoyo del cuerpo	Altura del paso: el movimiento de las extremidades inferiores otorga una altura de 5 centímetros al paso, evitando el arrastre de los pies (Cerde A. L; 2010).

<p>para mantener la estabilidad en el apoyo medio, una base de sustentación estrecha reduce el desplazamiento lateral del centro de gravedad (Cerde A. L; 2010).</p>	
<p>Ángulo del paso o ángulo de la marcha: Se refiere a la orientación del pie durante el apoyo. El eje longitudinal de cada pie forma un ángulo con la línea de progresión (línea de dirección de la marcha); normalmente, está entre 5º y 8º (Fiona Coutts, 2007).</p>	
<p>Parámetros Temporales</p>	
<p>Apoyo: Porcentaje del ciclo total de la marcha durante el cual el cuerpo se encuentra apoyado sobre una sola pierna.</p>	<p>Balaceo: Porcentaje del ciclo de la marcha durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia adelante.</p>
<p>Doble apoyo: Porcentaje del ciclo de la marcha en el cual ambos pies contactan el suelo</p>	<p>Periodo de zancada: Lapso de tiempo en el que el transcurren dos eventos idénticos sucesivos del mismo pie, generalmente entre 2 contactos iniciales de la misma extremidad inferior</p>
<p>Periodo de soporte o apoyo: El tiempo que transcurre desde que el pie hace contacto con el piso, hasta el momento de despegue de los dedos del mismo pie</p>	<p>Periodo de balaceo: Es el tiempo transcurrido entre el instante de despegue de los dedos hasta el punto de contacto inicial de un mismo pie</p>

<p>Cadencia: Es el número de pasos por unidad de tiempo, generalmente se mide en un minuto.</p> <p>La frecuencia determina el ritmo y rapidez de la marcha.</p>	<p>(Javier Daza Lesmes,2007)</p>
<p>Parámetros espaciotemporales</p>	
<p>Velocidad: Es la relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha por unidad de tiempo (Velocidad= Distancia / Tiempo)</p>	<p>Velocidad de Balanceo: Tiempo en que se demora un miembro inferior desde la aceleración inicial hasta el siguiente paso.</p>
<p>Velocidad media: Producto de la cadencia por la longitud de la zancada expresada en m/seg.</p>	<p>Cadencia o ritmo del paso: Se relaciona con la longitud del paso y representa habitualmente el ritmo más eficiente para ahorrar energía en ese individuo en particular y según su estructura corporal. Puede ir entre 90 a 120 pasos/min</p>

Tabla.5 Parámetros espaciales de la marcha (Cerde A. L; 2010)

1.2.19 Análisis cinético y cinemático de la marcha

Con los estudios cinemáticos es posible registrar las variaciones angulares de las articulaciones del cuerpo así como la inclinación, torsión y oscilación de los segmentos corporales. Por su parte, los estudios cinéticos se enfocan principalmente en reportar las fuerzas de reacción del suelo y los momentos y potencias presentes en las articulaciones.

(Prat J. M., Sánchez-Lacuesta, J; 2002).

Se ha reportado que la relación de caminata permanece variante ya que es dependiente de distintas variables externas e internas, en un análisis de cinemática y cinética de la marcha de niños se demostró que la repetibilidad de los datos cinéticos fue mayor que los datos de cinemática (Gorton GE, Stevens CM, Masso PD, Vannah WM; 1997). Sutherland considera que entre los 6-7 años las características electromiográficas, cinéticas y cinemáticas se asemejan a las de un adulto. (Sutherland D, Olshen R, Cooper L, 1980), popova y Bernshtein estudiaron el desarrollo de la marcha en el niño y comprobaron que el patrón propio del adulto lo alcanza entre los 7-9 años. (Viladot V; 2001)

PARÁMETROS DE LA MARCHA	
CINEMÁTICOS	CINÉTICOS
Valores de los ángulos articulares con el paciente de pie (valores de <i>offset</i> para la cinemática)	Gráficas de momentos en las articulaciones (generalmente en el plano sagital)
Plano frontal	
Oblicuidad de la pelvis	Gráficas de potencias en las articulaciones (generalmente en el plano sagital)
Aducción-abducción de cadera	
Plano sagital	
Basculación de pelvis	Fuerza de reacción antero-posterior
Flexo-extensión de cadera	Fuerza de reacción medio-lateral
Flexo-extensión de rodilla	Fuerza de reacción vertical
Dorsiflexión-plantiflexión de tobillo	
Plano transversal	Gráficas del centro de presión antero-posterior
Rotación pelvis	
Rotación interna-externa de cadera	
Rotación interna-externa de rodilla	
Ángulo de progresión del pie	

Tabla.6 Parámetros cinéticos y cinemáticos de la marcha (Villa Moreno Adriana y Cols.2008)

1.2.20 Marcha Hemipléjica

En la hemiplejia se presenta un patrón característico al momento de realizar la marcha como lo es la marcha hemipléjica o de segador (también llamada helicópoda) es la más común, este tipo de marcha se origina por una lesión de la vía piramidal; En la exploración se constatan, en el hemilado parético los correspondientes signos de afectación piramidal:

aumento del tono muscular (espasticidad), hiperreflexia, signo de Babinski, clonus, etc. el paciente camina lentamente, apoyando el peso del cuerpo sobre el miembro no afectado (R. Palencia, 2000) para sacar el paso, el paciente inclina el tronco hacia el lado sano y abduce la cadera del lado parético, realizando un semicírculo al dar el paso; se acompaña de tono aumentado en extensión de rodilla, flexión plantar de tobillo y pie varo. El brazo pierde su balanceo normal, manteniéndose en semiflexión y pronación delante del tronco. (Jahn K, Zwergal A, Schniepp R; 2010). En cuanto a etiologías responsables de marcha hemipléjica mencionaremos las principales en la siguiente tabla.

A. Hemiplejía congénita (de origen pre o perinatal, casi siempre de origen isquémico)
B. Hemiplejías progresivas (tumor hemisférico o del tronco, absceso cerebral, tumor medular, enfermedades tipo adrenoleucodistrofia)
C. Hemiplejías agudas
<ul style="list-style-type: none"> • Hemiparesia infantil aguda idiopática • Hemiparesia secundaria: <ul style="list-style-type: none"> - Hemiplejía postconvulsiva <ul style="list-style-type: none"> - transitoria - permanente (tras estado de mal: síndrome HH o HHE) - Hemiplejía de origen vascular <ul style="list-style-type: none"> - por oclusión arterial criptogénica - malformaciones vasculares - obstrucción vascular por trombosis, embolia (cardiópatas) - hematoma intracerebral espontáneo (por rotura de un angioma cavernoso, de una micromalformación vascular, aneurisma disecante de la carótida) - migraña hemipléjica - enfermedad de moya-moya - arteritis, tromboflebitis - enfermedades metabólicas (homocistinuria, enfermedad de Fabry, mitocondriales) - Hemiplejías traumáticas (hematoma extradural, subdural, intracerebral) - Hemiplejía alternante (de etiología desconocida aunque a veces se relacionan con migraña) - Meningoencefalitis

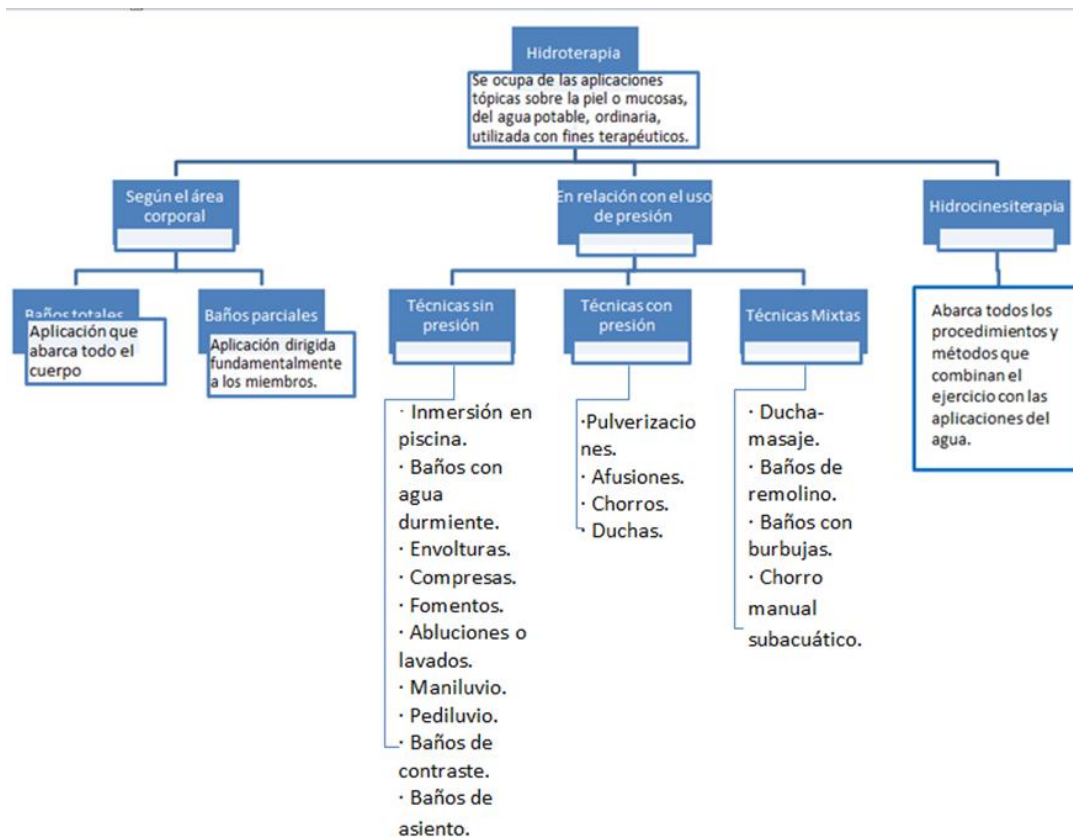
Tabla.7 Etiologías responsables de marcha hemipléjica (R. Palencia, 2000)

1.2.21 Hidrocinesiterapia

En tiempos del Imperio Romano (hace 2300-1700 años) encontramos nombres destacados en hidroterapia como Asclepiades, Antonio Musa, Celso, Galeno; en las ciudades romanas había muchos baños públicos y privados, y hoy día todavía encontramos balnearios contruidos sobre antiguas termas romanas, Hubo que esperar 50 años hasta que aparecieron dos personajes decisivos para la hidroterapia moderna: Priessnitz y Kneipp.

Ambos eran legos en materia de salud (el primero era agricultor, el segundo cura) pero tuvieron la capacidad de entender las reglas básicas del empleo terapéutico del agua. Cada uno investigó por su cuenta, pero tuvieron parecida evolución: primero realizaron pruebas sobre ellos mismos; después comenzaron a aplicar los tratamientos sobre pacientes y lograron un éxito que no paró de crecer (Eibar, 1907). El agua ha sido para el hombre elemento fundamental de la vida, tanto en su composición como en sus utilidades; desde el principio de los tiempos la inmersión del cuerpo en el agua y su permanencia en ella fue utilizada por el hombre, al igual que hacia los animales, como uso higiénico y como medida beneficiosa ante determinados males. (Pérez Fernández M. R., 2002).

Clasificación de la Hidroterapia



(Dr. Jorge Enrique Martín Cordero, 2008)

1.2.21.1 Concepto de hidrocinesiterapia

La hidrocinesiterapia, balneocinesiterapia, crenocinesiterapia o terapia por el ejercicio dentro del agua, es una técnica especial de aplicación tópica, cuyos efectos básicos se derivan, principalmente, de factores físicos, mecánicos biomecánicos y térmicos. (Dr. Jorge Enrique Martín Cordero, 2008).

1.2.21.2 Definición de hidrocinesiterapia

La hidrocinesiterapia se define como la aplicación de la Kinesiterapia en el medio acuático, aprovechando las propiedades térmicas y mecánicas del agua, es uno de los métodos más antiguos utilizados en el tratamiento de las disfunciones físicas. Se ha ido desarrollando y adquiriendo mayor auge, debido al reconocimiento del agua como verdadero método terapéutico en sus múltiples campos de aplicación, como ser: la neurológica, rehabilitación ortopédica, reumatológica y deportiva, entre otros. (Rivero Callejas Lenny Helen, 2016)

Se refiere a todo lo relacionado con el ejercicio físico dentro del agua, e incluye técnicas variadas para una amplia gama de indicaciones terapéuticas. (Dr. Jorge Enrique Martín Cordero, 2008).

La hidroterapia constituye una alternativa valiosa para aportar beneficios a los niños tales como entrenamiento de reacciones automáticas, reacciones de enderezamiento, equilibrio, coordinación y esquema corporal. (Matilde Z, Ruiz CI, Rivera JM, Adaya JA; 2006).

1.2.21.3 Bases de la Hidroterapia

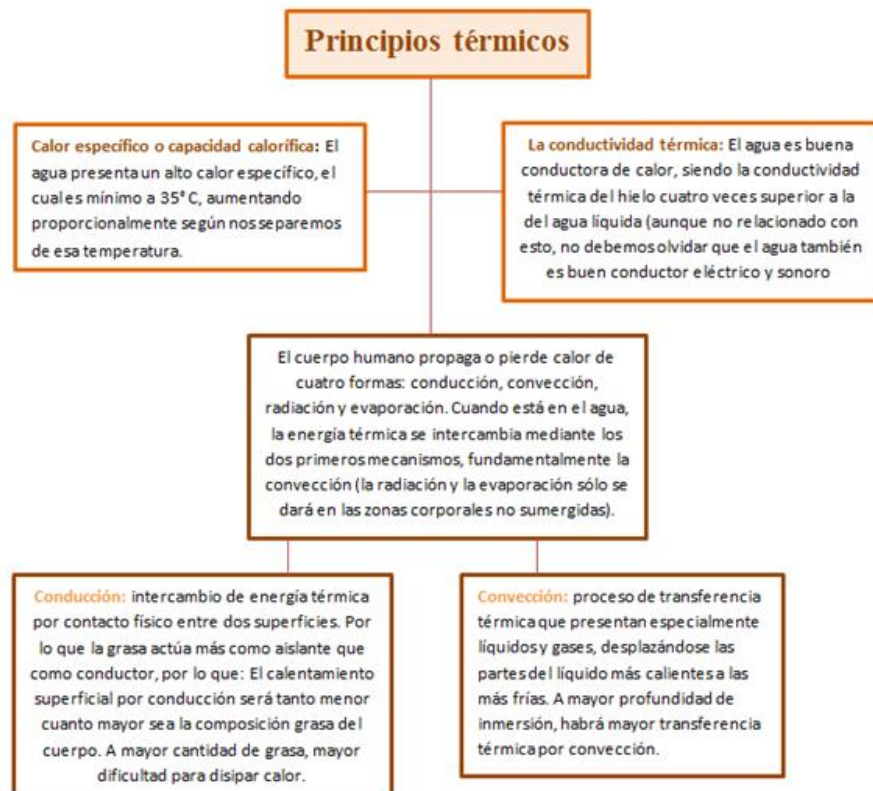
Factores mecánicos	
La presión hidrostática	Es la base del principio de flotación, de empuje o de Arquímedes. El agua siempre ejerce una fuerza vertical hacia arriba a un cuerpo sumergido en esta. Dicha fuerza de empuje es equivalente al peso de la columna del agua que está por encima de dicho cuerpo. El efecto se traduce en la percepción de que el cuerpo pesa menos y existe mayor facilidad para realizar los movimientos.
Factores hidrodinámicos	Se trata de factores que facilitan o resisten el movimiento dentro del agua y cuyo uso adecuado permite una progresión en los ejercicios. Puede afirmarse que la resistencia del agua es 900 veces mayor que la resistencia que pone el aire al movimiento.
Factores hidrocinéticos	Estos son considerados cuando se usa el agua en función de un componente de presión, bien por aplicar una proyección de agua contra el cuerpo (duchas y chorros, en

	los que influye la presión del chorro del agua, el calibre y el ángulo de incidencia).
--	--

Tabla.8 Bases de la hidroterapia (Dr. Jorge Enrique Martín Cordero, 2008)

1.2.21.4 Principios térmicos

La temperatura del agua, en general se considera que ésta debe estar entre 34° y 36°, es decir, la denominada temperatura indiferente, que inicialmente provocará una ligera relajación y facilitará la ejecución de la cinesiterapia; debe evitarse una temperatura superior porque aumentarían los efectos hipotensores y el trabajo cardíaco, lo que puede provocar mareo, shock, congestión, etc (J. M. Pazos Rosales y González Represa, 2002).



Elaboración propia basado en (G. Rodríguez Fuentes y R. Iglesias Santos, 2005)

1.2.23 Lokomat

En particular la robótica o dispositivos de rehabilitación se basan típicamente en el llamado fenómeno del aprendizaje motor (Cramer SC y Riley JD 2008), resultante de Actividades motoras intensivas, repetitivas y orientadas a la tarea (French B y Thomas LH, 2007) que requieren el esfuerzo y la atención del paciente. Inventado por Gery Colombo, un joven ingeniero electrónico, experimentado en el Hospital Universitario de Balgrist en Zúrich y desarrollado por la empresa Hocoma; Fue creado en el año de 1996,

La mayoría de los pacientes con lesión cerebral se presentan con anormalidades en la marcha, incluyendo patrones de pasos asimétricos, velocidad reducida, equilibrio comprometido, reducción de fuerza e hipertonia, especialmente en los músculos anti gravitatorios. Por lo tanto, recuperar y / o mejorar la capacidad de andar es uno de los objetivos principales de los pacientes neurológicos en rehabilitación. (Dobkin BH, 2005)

1.2.23.1 Bases de la rehabilitación con Lokomat

Un “robot” corresponde a un sistema autónomo que existe en el mundo físico que puede censar el ambiente y realizar una acción en función de eso para lograr algún objetivo. (Mataric M; 2007). La base de la rehabilitación robótica es la estimulación de la neuroplasticidad, a través de establecimiento de metas, prácticas de alta intensidad, cuidados multidisciplinarios y programas de tareas específicas funcionales (Chang WH, Kim YH, 2013).

En la salud los avances tecnológicos están cambiando el paradigma de cómo enfrentar tanto el diagnóstico como tratamiento de diferentes enfermedades; específicamente en rehabilitación, el uso de diferentes innovaciones tecnológicas puede tener variados

propósitos: como parte de la terapia, de asistencia, para mejorar adherencia, con fines adaptivos, etc. con el objetivo final de proveer una mejoría en la forma en que las personas interactúan con su entorno para mantener su función e independencia. (Brunner M, Hemsley B, Togher L. y Palmer S; 2017). En cuanto a la rehabilitación de miembros inferiores en actividad de marcha, uno de los sistemas de este tipo más estudiados es el lokomat que integra una doble ortesis junto a un mecanismo de suspensión parcial del peso y una cinta rodante, todo ello ajustable, sincronizado y controlado desde una estación central. (Jezernik et al., 2003)

1.2.23.2 Fundamentos de Lokomat

Lokomat es una ortesis de marcha con control robótico para el control de la postura, un sistema de soporte de peso corporal y una cinta de correr. Se colocó un arnés, que estaba conectado al sistema de soporte del peso corporal, sobre el paciente. La órtesis de marcha conducida por robot se coloca en las articulaciones de la cadera y la rodilla del paciente para ajustar los movimientos de la articulación a velocidades de marcha individualizadas.(Ganó Hyuk Chang, Maryland, Min Su Kim, Maryland, Jung Phil Huh, 2011)

El sistema robótico cuenta con la arquitectura de control necesaria para gestionar actuadores y sensores en tiempo real siguiendo la configuración del escenario de rehabilitación configurado por el personal clínico; la gestión de los actuadores incluye el control de los 3 motores de cada extremidad (cadera, rodilla y tobillo), el soporte del peso y la tracción del andador, la gestión de los sensores incluye la medida del rango articular de cada extremidad (potenciómetro situado en cada articulación), en cinturones de tracción

alojados en los motores de tracción y una galga para medir el peso del paciente descargado a través de la estructura del andador. (O.Ramírez, 2014). Además de desarrollar algoritmos de control apropiados, otro componente importante de la terapia es aprovechar la plasticidad del sistema nervioso. El sistema corticoespinal tiene la notable capacidad de sufrir alteraciones estructurales y funcionales en respuesta al entrenamiento motor. (Bezzola L, Mérillat S, Gaser C, Jäncke L, 2011).

1.2.23.3 Utilidad de Lokomat

Entre los principales beneficios del exoesqueleto Lokomat se resaltan los siguientes:

- ✓ La oportunidad de caminar. Este hecho puede ser un fuerte motivador de marcha en pacientes con dificultad para deambular. (Mehrholz, 2013)
- ✓ La terapia puede proporcionarse en entornos dinámicos diversos y novedosos, que pueden ser críticos para generalizar la recuperación motora a tareas distintas de las que se practican (Chandramouli Krishnan, Rajiv Ranganathan, Yasin Y. Dhaher, William Z, 2013)
- ✓ Reducción del tono muscular (Mayr et al., 2007)
- ✓ Incremento en la circulación y nutrición de tejidos, mejorando las funciones de órganos internos (Nash et al., 2004)
- ✓ La dosis de terapia, que es un determinante importante de la plasticidad neural y la recuperación, puede aumentarse sustancialmente (Chandramouli Krishnan, Rajiv Ranganathan, Yasin Y. Dhaher, William Z, 2013).

1.2.23.4 Generalidades de la marcha en Lokomat

El Lokomat reproduce el patrón de marcha fisiológico. El movimiento que el paciente repite durante una sesión de terapia es establecido por:

a) Predefinido: El Lokomat siempre parte con un movimiento predefinido basado en el patrón de marcha fisiológico. Esto quiere decir que el Lokomat automáticamente reproduce un patrón de marcha. Sin embargo, este patrón de marcha puede ajustarse individualmente a través de los ajustes de hardware y software.

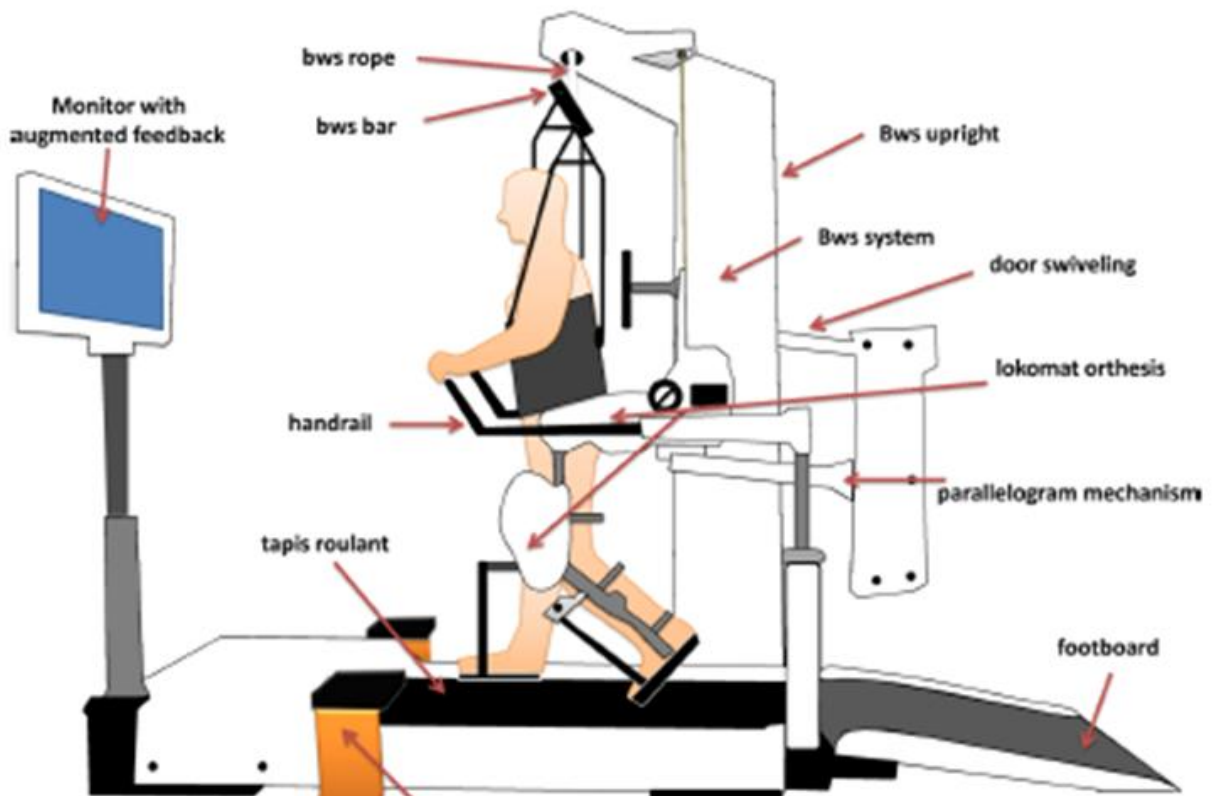
b) Ajustes de hardware y configuración: La fijación del exoesqueleto al paciente, al igual que los ajustes hechos a la órtesis del Lokomat, influyen el movimiento que el paciente es capaz de realizar.

c) Ajustes de software - Rango Articular y Variación de Rango: El máximo ángulo de movimiento (Rango de movimiento, ROM) para cadera y rodilla se ajustan en grados. Este rango definido puede modificarse hacia la extensión o flexión con la función variación de rango. Ambos parámetros, rango de movimiento y variación de rango, pueden ajustarse individualmente para lado derecho e izquierdo y además pueden reajustarse durante una sesión mientras se camina.

El patrón de la marcha y la fuerza guía pueden ajustarse de forma individual a las necesidades de cada paciente, lo que optimiza el entrenamiento funcional. Así mismo, mejora la motivación del paciente gracias a la visualización feedback de rendimiento. El feedback aumentado y otras funciones adicionales (velocidad, tiempo, amplitud de

movimiento, peso y resistencia) respaldan los programas terapéuticos de locomoción para cumplir con las necesidades individuales de los pacientes.

Este sistema de locomoción robótica (Lokomat) permite, además, medir la actividad del paciente por medio de transductores de fuerza ubicados directamente en las piernas del robot, ofreciendo la posibilidad de ajustar el nivel de asistencia de paso para cada pierna entre la fuerza de guía total y cero. El sistema de entrenamiento con robót puede emplearse en casos de apoplejía, esclerosis múltiple, parálisis cerebral, Parkinson, paraplejía, traumatismo craneoencefálico y endoprótesis. (Rodríguez Claudio Iván, 2012)



Dispositivo estacionario de tipo Lokomat (Rocco Salvatore Calabro y cols. 2016)

CAPITULO II

2.1 Planteamiento del problema

El desarrollo motor ha sido definido anteriormente como un proceso de cambios internos que el individuo experimenta a lo largo de la vida o como un área de estudio responsable de describir y explicar dicho cambio; este es un suceso continuo que obtiene una madurez, con una secuencia similar en todos los niños, pero con ritmo variable en cada uno que le permiten una progresiva independencia y adaptación al medio; las cuales pueden ser modificadas por distintas patologías como la parálisis cerebral espástica se define tradicionalmente como un aumento dependiente de la velocidad en los reflejos tónicos de estiramiento que resulta de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento por lo que se busca mejorar el estilo de vida e independencia de los niños con tratamientos basados en distintas técnicas como lo es la hidroterapia y asistencia robótica lo que buscamos los beneficios de cada uno de ellas y así poder concluir en el aporte a la reeducación de la marcha del niño o niña. (Friedl De Groote 2018)

El patrón de marcha está relacionado con múltiples factores, uno de ellos patológicos como traumatismos, patologías neurológicas, músculoesqueléticas o trastornos psiquiátricos; Por

lo tanto la influencia de estos factores podrían modificar el patrón de marcha generando alteraciones transitorias o permanentes, locales o generales.(Friedl De Groote,2018)

Parálisis cerebral es un término que define una serie de trastornos motores de origen cerebral, no progresivos que constituyen la causa más frecuente de discapacidad motora en la infancia. No obstante ser una denominación “antigua”, no ha perdido vigencia ni valor, supone un estudio etiológico acucioso y una conducta terapéutica que incluye múltiples áreas de intervención y de especialistas coordinados a fin de lograr la máxima funcionalidad posible del niño. (Ajami y Arkbar, 2016). La parálisis cerebral es un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura, causados por una lesión estática en el cerebro en desarrollo (Lambara y cols. 2018). Esta lesión puede ocurrir antes, durante o después del nacimiento (Ajami y Arkbar, 2016).

2.2 Justificación

Se ha estimado una incidencia mundial de PC de 2 a 2,5 por 1000 recién nacidos vivos con escasa variación entre países desarrollados y leve mayor frecuencia en países en desarrollo. (Karin Kleinsteuber y María de los Ángeles Avaria, 2014). En México, los reportes de la Secretaría de Salud publicados entre 1998 y 2000, muestran una incidencia de tres casos por cada 10,000 nacidos vivos. (Dra. Vázquez Vela Cristina 2014) por otro lado casi 5,4 millones de personas viven con parálisis cerebral en Estados Unidos.

Los niños afectados por parálisis cerebral presentan tipos de discapacidad física muy diferentes. Algunos presentan pocas dificultades, mientras que otros están altamente

afectados, dependiendo del alcance de su daño cerebral. (Eulalia Rodero y Leslie Montealegre, 2016)

En las principales afecciones de pacientes con parálisis cerebral espástica dependiendo del ángulo de inclinación, los niños con parálisis cerebral logran caminar sobre pendientes de forma controlada. Cuanto más inclinada la inclinación, más parecía verse afectada la marcha: disminuía la sensación de seguridad, aumentaba la necesidad de mecanismos de estabilización para la marcha en bajada y se observaba una propulsión en pendientes menos suficiente. (Yılmaz T. y cols. 2017) Los niños y adolescentes con parálisis cerebral (PC), son considerados como individuos dependientes, que requieren de cuidados de larga duración por parte de las familias debido a que presentan importantes limitaciones motoras que les impiden realizar actividades básicas e instrumentales de la vida diaria; La tarea de cuidar a otro, supone un exceso de trabajo generando la aparición de problemas en la calidad de vida asociados a la salud de los cuidadores primarios informales a raíz de la sobrecarga física y emocional. (Ana Luisa Quinteros, Denisse Testa, Isabel Bolbarán, Marcela Osorio, 2017).

En cuanto a la asistencia robótica en parálisis cerebral espástica al ser una de las discapacidades más prevalentes a edades tempranas, la investigación y el desarrollo de dispositivos robóticos para la rehabilitación de la marcha en estos pacientes ha incrementado en los últimos tiempos, sin embargo, los dispositivos actuales están enfocados sólo en controlar trayectorias de movimiento, olvidando el control postural del usuario y la adaptación de la terapia a las necesidades específicas de cada paciente. (Sergio Lerma Lara y cols. 2016)

En la hidroterapia, las propiedades terapéuticas están determinadas por factores mecánicos, térmicos y químicos, así se fundamenta su uso en el tratamiento de diversas enfermedades, pues el hombre, al sumergirse, experimenta estímulos sensoriales sobre el sistema nervioso periférico y central, lo que permite mejor percepción del esquema corporal; mantenimiento del equilibrio estático y dinámico; aumento de la amplitud del movimiento; soporte para la columna vertebral y las extremidades inferiores; prevención y corrección de las disimetrías; descarga de miembros y carga precoz; aumento de la fuerza muscular; menores desplazamientos y oscilaciones para una mejor coordinación y facilitación de la toma de conciencia para una marcha sin alteraciones. (Dra. Yuveldris Oliva, Dra. Josefina Robles, Dra. Mileisy García, Dra. Vianka Cisneros, 2014).

Por lo que llegamos a la pregunta ¿Cuál de las técnicas hidroterapia y asistencia robótica presenta mayores beneficios en el tratamiento de la reeducación de la marcha en pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral hemipléjica espástica de 7 a 10 años?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Comparar los beneficios existentes entre la técnica de hidrocinesiterapia vs asistencia robótica lokomat para el equilibrio unipodal en la marcha para pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica en rango de 7 a 9 años.

2.3.2 Objetivos específicos

- Describir mediante una revisión bibliográfica el patrón patológico de la marcha hemipléjica en la parálisis cerebral y las complicaciones musculoesqueleticas que presenta el paciente.
- Identificar los beneficios a la reeducación de la marcha que produce la aplicación de la Hidrocinesiterapia y asistencia robótica de LOKOMAT.
- Comparar los aportes terapéuticos de la Hidrocinesiterapia y asistencia robótica de LOKOMAT al equilibrio en la reeducación de la marcha en la parálisis cerebral.

CAPITULO III

3.1 Materiales y Métodos

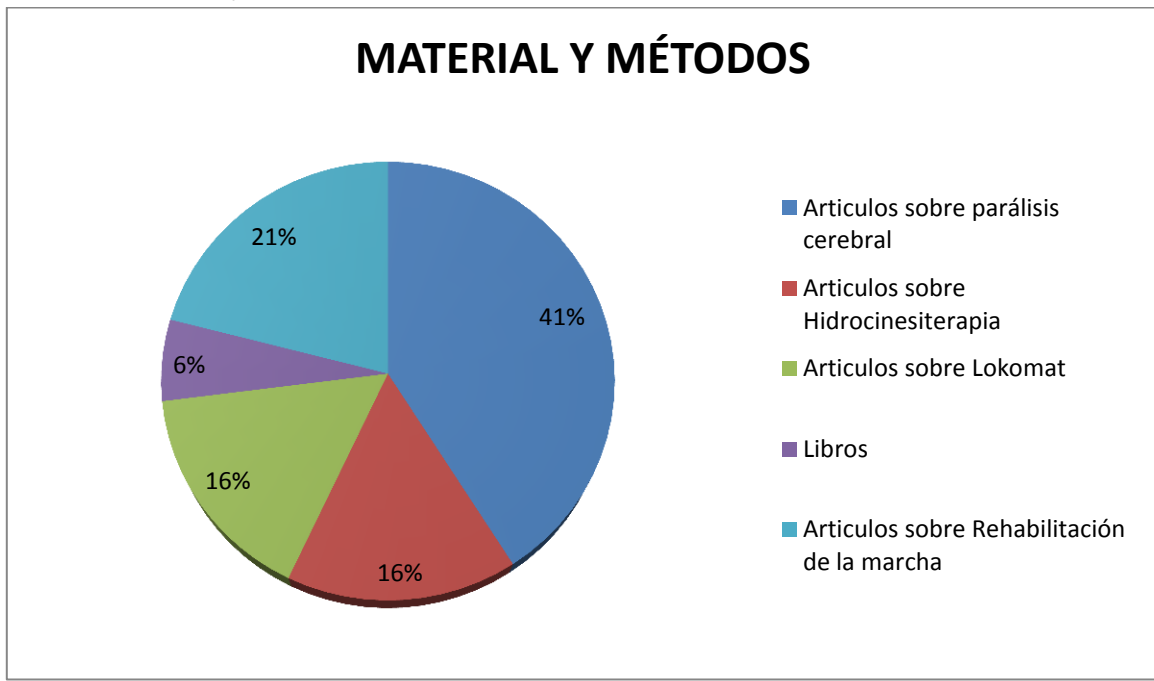


Gráfico 1. Fuentes consultadas

Título	Cantidad
Libros	2
Artículos sobre Lokomat	8
Artículos referentes a Hidrocinesiterapia	9
Artículos sobre Marcha	7
Artículos sobre Parálisis cerebral	8
Total	34

Tabla.9 Fuentes consultadas

En la presente investigación se consultaron distintas fuentes, entre las cuales se encuentran documentos diversos, tales como 8 artículos científicos sobre Lokomat, que conforman el 16%; 9 artículos científicos sobre Hidrocinesiterapia que equivale al 16% , 4 artículos científicos referentes a la marcha humana que equivalen a un 21%, 8 artículos científicos que hablan sobre parálisis cerebral representando al 41% y 2 libros sobre agentes terapéuticos representando el 6% para obtener así, un total de 100% que está conformado por 20 documentos.

La variable de investigación es un símbolo que toma cualquier valor de un conjunto de valores determinados y que se denomina dominio de la variable. Si la variable puede tomar un solo valor se denomina constante (Mezquita Cerezal & Rodríguez Fiallo, 2004, p.97).

Según su función o relación las variables pueden ser: Independientes, aquellas que se manipulan por el investigador para explicar, describir o transformar el objeto de estudio a lo largo de la investigación. Son las que generan y explican los cambios en la variable dependiente. Dependientes, aquellas que se modifican por la acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o

consecuencias que dan origen a los resultados de la investigación (Carballo Barcos, M. y Guelmes Valdés, 2016).

Con base en lo antes expuesto, se presentan a continuación las variables de la presente investigación.

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Dependiente	Parálisis cerebral espástica	La parálisis cerebral es una disfunción sensoriomotora, caracterizada por trastornos no progresivos del cerebro prematuro que afectan el movimiento voluntario, la postura y el tono muscular	La parálisis cerebral es producida por un daño o alteración no progresiva ocurrida durante el desarrollo cerebral del lactante; su diagnóstico supone un evento de carácter traumático que puede provocar una multitud de efectos y cambios en el entorno familiar.	(Aidar F, 2007)
Independiente	Hidrocinesiterapia	La hidrocinesiterapia constituye una alternativa valiosa para aportar beneficios a los niños tales como entrenamiento de reacciones automáticas, reacciones de enderezamiento, equilibrio, coordinación, esquema corporal entre otros en comparación con el ejercicio tradicional en tierra.	Proporciona al paciente un control progresivo del equilibrio, debido al factor de resistencia o roce, desarrolla patrones de movimiento en cámara lenta que le permite al paciente una mayor concientización facilitando así reeducar el patrón de marcha no solo en pacientes con severas afectaciones musculoesqueléticas, sino que ofrece una alternativa de movilización única, a pacientes con grandes síndromes neurológicos	(Matilde Z, Ruiz CI, Rivera JM, Adaya JA, 2006)

Independiente	Lokomat	La asistencia robótica de Lokomat permite reproducir una marcha lo más fisiológica posible, trabajando sobre aspectos osteoarticulares y neuro-ortopédicos y sobre los procesos de plasticidad neuronal que facilitan la recuperación de esquemas motores perdidos	Este sistema se encuentra basado en el concepto de neuroplasticidad, que sugiere que las actividades de la vida cotidiana pueden entrenarse y mejorarse en pacientes neurológicos mediante repeticiones continuas, permitiendo una mejor locomoción funcional.	(Carolina Colomer Font. Y cols, 2012)
---------------	---------	--	--	---------------------------------------

3.2 Enfoque de Estudio

La investigación cualitativa es un campo interdisciplinar, transdisciplinar y en muchas ocasiones contradisciplinar, atraviesa las humanidades, las ciencias sociales y las físicas siendo multiparadigmática en su enfoque. (Lincoln y Denzin, 1994) Este estudio es realizado con enfoque cualitativo, debido a que en el mismo, se resaltaron las características específicas de dos técnicas a saber; hidrocinesiterapia y lokomat, así como la participación y aportes significativos de ambas sobre la parálisis cerebral.

3.3 Tipo de estudio correlacional

Este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables, miden las dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación; la utilidad y el

propósito principal es saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas. (Mc Graw Hill, 1997)

Este estudio es realizado con enfoque correlacional ya que se utilizan dos técnicas de las cuáles se identificará el grado de relación existente con la parálisis cerebral y su tratamiento en la reeducación de la marcha.

3.4 Método de Estudio

Método teórico permite descubrir en el objeto de investigación las relaciones esenciales y las cualidades fundamentales, no detectables de manera sensoperceptual. Por ello se apoya básicamente en los procesos de abstracción, análisis, síntesis, inducción y deducción. (Martínez y Rodríguez, 2001: 4)

Los procedimientos de análisis-síntesis, los cuales consisten en la separación de las partes de un todo para estudiarlas en forma individual y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad. (Lincoln y Denzin, 1994:12)

Método comparativo es una actividad central a los procesos cognoscitivos. Al comparar se agudizan los poderes descriptivos con que nos enfrentamos y mediante los cuales construimos conceptos y categorías; Desde el momento mismo en que nuestra atención se dirige a un evento o un objeto se está en presencia de un acto de conocimiento. (Gladys Villaroel, 2001)

En atención a lo antes descrito, se expresa que, para la realización del presente estudio, se utilizó el método teórico, a través de los procedimientos de análisis-síntesis, debido a que, se estudiaron las variables de forma individual. Con respecto a la variable dependiente (parálisis cerebral), se expresaron generalidades tales como aspectos de anatomía,

fisiología, etiología, entre otros. Asimismo, se trabajaron aspectos relacionados con las variables independientes (hidrocinesiterapia y lokomat), partiendo de sus definiciones y ejecuciones, para terminar, estableciendo la relación existente entre todas las variables antes mencionadas.

En el mismo orden de ideas, se describe la utilización del procedimiento comparativo, debido a que la investigación está basada en la comparación de los beneficios existentes entre la técnica de hidrocinesiterapia vs asistencia robótica lokomat para la marcha en pacientes con Parálisis cerebral hemipléjica espástica en rango de 7 a 9 años.

3.5 Diseño de estudio

Diseño de investigación documental, según Achaerandio (2012) consiste en recopilar los datos documentales sobre un tema o tópico determinado; se trata de acudir a la memoria de la humanidad como fuente de información; es ese sentido, se contrapone a la investigación de campo y a la investigación en el laboratorio.

El diseño de este estudio, se corresponde al concepto antes descrito, debido a que toda la información presentada, se recopiló desde fuentes secundarias, tales como libros, artículos científicos específicamente relacionados con la parálisis cerebral, la marcha, hidrocinesiterapia y lokomat. Asimismo, recibe un carácter no experimental, porque no hubo manipulación alguna de las variables en estudio.

3.6 Criterios de Selección

3.6.1 Inclusión

- Artículos con fecha de 2010 a la actualidad
- Artículos que mencionen la eficiencia de las técnicas en patologías neurológicas incluida parálisis cerebral.
- Artículos en idioma inglés y español

3.6.2 Exclusión

- Artículos que sean de más de 10 años de realización
- Artículos en idiomas que no sean inglés y español

CAPITULO IV

4.1 Resultados

- En cuanto al primer objetivo de descripción del patrón patológico de la marcha hemipléjica o de segador en la parálisis cerebral y las complicaciones musculoesqueleticas que presenta el paciente los signos característicos de afectación piramidal: según Acevedo E. 2010 los niños con parálisis cerebral presentan, anormalidades de la postura y el movimiento, al igual que otros trastornos asociados a “encefalopatías”.

Por otro lado Schifrin B. y Longo I. en el año 2000 argumenta que los niños presentan tono muscular anormal, inicialmente el tono muscular puede estar disminuido para cambiar a hipertonia en un periodo de 3 a 6 meses y que al estar el tono muscular aumentado, el niño tiene disminución de los movimientos espontáneos en extremidades o presentan movimientos anormales aumento del tono muscular (espasticidad), hiperreflexia, signo de Babinski y clonus.

Espinosa E. 2013, menciona que en los pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral espástica muestran desbalance muscular y deformidad dinámica de las articulaciones que ejerce sobre el desarrollo de los músculos (acortamiento y atrofia), tendones, huesos y articulaciones (contracturas fijas o estáticas) pudiendo así realizar la marcha con evidente compensación y dando el mayor peso durante la realización de la marcha al hemicuerpo no afecto.

- Como segundo objetivo de identifican los beneficios a la reeducación de la marcha que produce la aplicación de la Hidrocinesiterapia y asistencia robótica de LOKOMAT

Lenny Helen Rivero Callejas 2016 hace mención a que la inmersión prolongada en agua termoindiferente genera relajación muscular. Si es excesivo en el tiempo, fatiga y cansancio menciona también que asistir el ejercicio, reduce el estrés sobre las articulaciones. El movimiento tendrá que ir en dirección a la superficie, así habrá mayor asistencia cuanto más largo sea el brazo de palanca así mismo se puede emplear para la reeducación respiratoria, pues la presión hidrostática fortalece la musculatura inspiratoria.

Matilde Z, Ruiz CI, Rivera JM y Adaya JA, afirmaban que la viscosidad es el tipo de fricción que produce resistencia al flujo del líquido, en este caso del agua, se aprecia cuando está en movimiento. En el niño este principio se evidencia al emplear ejercicios que implican velocidad en el tratamiento, lo cual ayuda a mejorar su esquema corporal y producir movimiento más coordinado, se refleja en la organización de su sistema.

Asi también Batista MN, Mottillo E y Panasiuk A. en 2012 fundamentaban que la presión hidrostática es igual en todo el cuerpo y aumenta con la profundidad, de ello resulta una disminución del peso corporal, una elevación del centro de gravedad y una facilitación del

equilibrio estático y dinámico, lo cual hace que los esfuerzos necesarios para realizar movimientos sean menores.

- El tercer objetivo de esta investigación comparar los aportes terapéuticos de la Hidrocinesiterapia y asistencia robótica de LOKOMAT al equilibrio unipodal en la reeducación de la marcha en la parálisis cerebral espástica argumentando Gianfrancesco MA, Friedman JH, Patterson TS y Benedicto DF, en 2010 que en un estudio piloto se encontró que diez sesiones de 30 minutos de entrenamiento de Lokomat mejora el equilibrio y reducción de la frecuencia de caídas, así como variabilidad anormal de la marcha ya que su diseño da la posibilidad de actuar sobre la tracción, el soporte del peso del paciente y el guiado articular de tronco, rodilla y tobillo. Todo ello configura un sistema muy versátil que permite implementar diferentes programas de rehabilitación adaptados a los distintos niveles funcionales del paciente. También Mat Dzahir MA. y Yamamoto S. 2014 explican que en estudios de investigación educativa, demuestran un mejor equilibrio y marcha, similar a la física convencional ya que Lokomat es capaz de adaptarse a la tensión y la posición del cable para reducir la carga dinámica del cuerpo del paciente durante la sesión de entrenamiento.

En cuanto a la hidrocinesiterapia G. Rodríguez Fuentes argumenta que la inmersión mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación (ejemplo: marcha) y el trabajo de los mismos debido a la aplicación de situaciones desequilibrantes o desarrollo de ejercicios de reequilibración estática o dinámica en el agua.

Latorre García J y Rodríguez Doncel ML. 2014 explican cómo las características del agua y la presión que ofrece sobre todo el cuerpo favorece el trabajo de la habilidad del equilibrio

del niño. Vidal X, Tur M. hace referencia a que mejora la propiocepción a través de los estímulos exteroceptivos proporcionados por la presión hidrostática.

Estas técnicas parecen ser una propuesta importante a tomar en cuenta dentro de un programa de reeducación de la marcha, por la mejoría de las distintas capacidades que se puede llegar a obtener, además demuestran ser una modalidad de entrenamiento efectiva y segura en pacientes con parálisis cerebral espástica, siempre y cuando se dosifique y se realice de manera correcta el entrenamiento, por lo tanto pueden ser una opción efectiva a incluir dentro de un programa de rehabilitación pediátrica.

4.2 Discusión

Los resultados de esta investigación son importantes en el estudio de la rehabilitación de marcha en pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral espástica, gracias a la recopilación de artículos científicos, se logró evidenciar que el entrenamiento de la marcha Lokomat; Hilario López 2013 defiende que de acuerdo a los resultados en su estudio, las mejoras más importantes correspondieron a dos de los pacientes, que por su parte eran los niños con niveles más afectados de la GMFCS (III en ambos casos). En general, se alcanzaron valores más altos de velocidad de marcha y respuestas globales en distintos test realizados.

However Lo y Triche 2012 resaltan que el entrenamiento robótico de la marcha podría ser más efectivo para mejorar únicamente, Velocidad de caminar, distancia y fuerza de extensión de la rodilla como aspectos de mayor eficiencia de Lokomat.

Maria A. Fragala Pinkham, 2014 menciona que las habilidades motoras gruesas y la resistencia al caminar se observaron para niños ambulatorios en edad escolar con Parálisis cerebral. Este estudio proporcionó evidencia preliminar de que terapia acuática de 14 semanas dos veces por semana como programa de ejercicio que incorpora entrenamiento aeróbico con actividades funcionales de movilidad de caminata, escalada y motricidad gruesa mostrando que los resultados son más a grandes rasgos y no en equilibrio así mismo afirma que se necesita más estudio para determinar la óptima frecuencia de entrenamiento, duración y episodio de intervención este mismo participante informó que no podía ejercer sobre tierra mientras pueda ejercitarse en el agua. También informó incomodidad al caminar largas distancias en tierra las habilidades pueden ser efectivas para mejorar las habilidades de movilidad en los niños con deficiencias físicas leves a moderadas.

En los estudios que se revisaron acerca de Lokomat se hacía mención a que la variable más tomada en cuenta era el peso corporal progresivo que se daba en cada avance de la terapia con el objetivo de conseguir que el sujeto se acostumbrase de forma gradual a soportar el peso sobre sus piernas. Del mismo modo, el porcentaje de patrón de marcha normalizado aplicado a cada articulación y la velocidad de ejecución fueron variando durante la terapia por lo que su eficacia varía según dosificaciones y peso del paciente.

Existe poca diferencia con respecto al enfoque y utilización de cada uno de los autores que han utilizado estos tipos de abordaje, pero todos hablan de una mejora significativa en el paciente, considerando algunos importante en la vida del paciente el tratamiento desde edades cortas, por lo antes mencionado, es necesario implementar este tipo de tratamiento en hospitales públicos, privado y en clínicas de rehabilitación pediátrica.

4.3 Conclusión

Asistencia robótica, LOKOMAT	Hidrocinesiterapia
Mejora del equilibrio y reducción de la frecuencia de caídas y congelación, así como variabilidad anormal de la marcha.	La inmersión mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación, la resistencia hidrodinámica y la viscosidad son fuente de estímulos sensoriales y el trabajo en inmersión.
Posee un mecanismo de paralelogramo. Para estabilizar el tronco de los pacientes en plano vertical y evitando cualquier movimiento lateral.	La presión que ofrece sobre todo el cuerpo favorece el trabajo de la habilidad del equilibrio del niño
El fortalecimiento de la musculatura dorsiflexora influye en la reeducación del engrama motor y estimulación del equilibrio y propiocepción logradas con este entrenamiento.	Posibilita programar una amplia gama de ejercicios, desde los más facilitados hasta lo más resistido, trae como resultado una mejor percepción del esquema corporal, del equilibrio y del sentido de movimiento.
Contiene sistema de soporte parcial de peso que es fundamental para mejorar el equilibrio y otras características de la marcha como la simetría entre miembros y la longitud de paso.	La presión hidrostática es igual en todo el cuerpo y aumenta con la profundidad, de ello resulta una disminución del peso corporal, una elevación del centro de gravedad y una

	facilitación del equilibrio estático y dinámico.
Los sujetos progresan según lo tolerado por la carga de peso, tareas funcionales (sentarse y pararse, equilibrio permanente y cambio de peso) a la práctica de caminar mientras usa el dispositivo de exoesqueleto.	La resistencia del agua frena los movimientos que carecen de coordinación y facilita su control, esto permite mejor percepción del esquema corporal, coordinación motriz y el equilibrio, reeducación neuromotriz.

La rehabilitación asistida por robot LOKOMAT puede estar vinculada a limitaciones, de hecho el dispositivo puede reducir el Movimiento lineal de las articulaciones, dando lugar a cambios en la marcha. Parámetros según lo informado por Hidler y cols. 2013. Además, los movimientos se limitan al plano sagital, previniendo el entrenamiento del equilibrio, limitando Rotaciones planas frontales y transversales.

Mostrándose como aportador de primer orden para el equilibrio en la Hidrocinesiterapia la inmersión facilita el mantenimiento del equilibrio, se realiza con nuevas condiciones de equilibrio y desequilibrio (peso aparente, resistencia al desplazamiento, elevación del centro de gravedad). La adecuada combinación de estas condiciones permite crear situaciones de desequilibrio (olas, chorros submarinos, tapiz flotante, cambios de posición) para favorecer dentro del circuito propioceptivo los estímulos adecuados. Estas situaciones de desequilibrio son la base de la facilitación neuromuscular y de la reeducación de los problemas de equilibrio y coordinación.

4.4 Perspectivas o aplicaciones prácticas

Los estudios futuros y el desarrollo tecnológico deben ser fomentados para mejorar la manejabilidad y el diseño de tratamiento tanto robótico como en hidrocinesiterapia, por lo tanto mejorando varias limitaciones biomecánicas de la asistencia robótica.

Partiendo de los estudios y discusiones presentados en esta investigación, resulta de gran interés generar perspectivas de investigación a futuro para la reeducación de la marcha en concreto, se podría recurrir a la implementación de dichas técnicas establecido previamente por un profesional, mostrando también la necesidad de que estas intervenciones sean accesibles a todo el que lo necesite. Por otro lado, sería interesante a largo plazo que dicha aplicación en Guatemala sea estudiada como se ha realizado en muchos otros países para contar con datos propios.

Guatemala carece de Fisioterapeutas especializados en áreas determinadas, para que la función de este sea más complementaria. Cabe resaltar también, la necesidad de que se realicen investigaciones experimentales que ayuden, que sea enfocada en conocer las ventajas de aplicar este tipo de tratamiento y los beneficios que se producen en la evolución de la marcha en pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral espástica al llevar a cabo de manera correcta este tipo de técnicas, que es de gran utilidad para mejorar la calidad de vida del paciente.

Referencias

1. Kleinsteuber Saa Karin y cols.(2014). Parálisis Cerebral. Rev. Pediatría electrónica, Vol 11, N° 2. ISSN 0718-0918
2. Moster D, Wilcox AJ, Vollset SE, Markestad T, Lie RT. Cerebral palsy among term and postterm births. JAMA. 2013;304(9):976-982. doi:10.1001/jama.2013.1271.
3. Lombara Amy(21 de septiembre 2018). Cerebral Palsy: an Overview. EBSCO Publishing.
4. Oskoui M; Developmental Medicine And Child Neurology .Dev Med Child Neurol.(2013 Junio) Vol. 55 (6), pp. 509-19. Date of Electronic Publication: 2013 Jan 24.
5. Vázquez Vela Cristina Calzada y Vidal Ruiz Carlos Alberto. (Enero- Diciembre 2014). parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia, Revista Mexicana de ortopedia pediátrica, Vol. 16, Núm. 1, pp. 6-10.
6. Brian S. Armor, Elizabeth A. Courtney-Long, Michael H. Fox, Heidi Fredine, y Anthony Cahill (14 de septiembre de 2016). Prevalencia y causas de la parálisis: Estados Unidos, 2013, Revista American Public Healt Association.
7. Agnieszka Guzik, Mariusz Druzbicki ,Andrzej Kwolek ,Grzegorz Przysada ,Katarzyna Bazarnik-Mucha ,Magdalena Szczepanik ,Andżelina Wolan-Nieroda yMarek Sobolewski (15 de septiembre de 2018). La versión pediátrica de la escala de marcha de Wisconsin, adaptación para niños con parálisis cerebral hemipléjica: un estudio observacional prospectivo, BMC Pediatría.
8. Agudelo Mendoza Adriana Isabel, Briñez SantamariaTatiana Julieth, Urrego Vanessa Guarín, Ruiz Juan Pablo y Zapata García Marlly Carolina(2 de Septiembre,2013). Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura, CES Movimiento y Salud. 2013;1:29-43.
9. Adel K. Afifi, Ronald A. Bergman (México 2006) Neuroanatomía funcional, McGRAW-IULL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.451 Págs.
10. Gutiérrez E., Héctor; Yáñez M., María; Cucho M., Valentina; Valenzuela B., Nicolle Termoterapia para la espasticidad post accidente cerebro vascular. Revisión sistemática Revista Chilena de Neuropsiquiatría, vol. 54, núm. 4(octubre-diciembre, 2016) pp. 309- 320; Sociedad de Neurología, Psiquiatría y Neurocirugía de Chile Santiago, Chile.
11. Martín Cordero, J. E.,(2008). Agentes Físicos Terapéuticos. La Habana: Editorial Ciencias Médicas
12. Rodríguez Fuentes, G.R., Iglesias Santos.(2002). Bases físicas de la hidroterapia. Elsevier,14, pp 19

13. Rodríguez Claudio I. (2012). Entrenamiento robótico como medio de rehabilitación para la marcha. *medigraphic*, Vol. 5, Núm. 2 ,pp 46-54
14. Vázquez Vela C. C., Vidal Ruiz C. A.(2014). Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Medigraphic*, Vol. 16, Núm. 1, pp. 6-10
15. Lance JW (2009) *The control of muscle tone, reflexes and movement: Robert Wartenberg Neurology: Editorial médica panamericana.*
16. Stokes María,(2006).*Fisioterapia en la rehabilitación neurológica.* Madrid, España: Editorial El sevier Mosby.
17. Chang WH, Kim YH. Robot-assisted therapy in stroke rehabilitation. *J Stroke.* 2013; 15 (3): 174-181. Available in: <http://dx.doi.org/10.5853/jos.2013.15.3.174>
18. Chandramouli Krishnan.,Rajiv Ranganathan., Yasin Y. Dhaher., William Z. Rymer.(2013). Pilot Study on the Feasibility of Robot-Aided Leg Motor Training to Facilitate Active Participation. *PLoS ONE.* 8(10).8
19. Chang WH., Kim MS., Huh JP., Lee PK., Kim YH(2012). Efectos del entrenamiento de la marcha asistido por robot en el ejercicio cardiopulmonar en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo: un estudio controlado aleatorizado.*Sage journals*, 26 (4)9
20. Morcillo Collado, A.G.,(2012). Efectos del tratamiento con cintas de caminar en la fase de oscilación de la marcha en pacientes tras un Accidente Cerebro-vascular. *Rev Fisioter (Guadalupe)*, 12 (13),22
21. Kandel, E.R.; Schwartz, J.H. & Jessell, T.M. (2001). *Principios de neurociencia.* Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
22. A. Canedo (2003) Heterogeneidad funcional del sistema piramidal: tractos corticobulbar y corticoespinal,*36 (5): 438-452*
23. Barber L, Barrett R, Lichtwark G. Passive muscle mechanical properties of the medial gastrocnemius in young adults with spastic cerebral palsy. *J Biomech.* 2011;44:2496–500
24. Ballaz L, Plamondon S, Lemay M. Group aquatic training improves gait efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2011;33(17-18):1616–24.
25. Park J, Lee D, Lee S, Lee C, Yoon J, Lee M, et al. Comparison of the Effects of Exercise by Chronic Stroke Patients in Aquatic and Land Environments. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(5):821–4.
26. Latorre-García J, Rodríguez-Doncel ML. Manejo del bebé en un programa de fisioterapia en piscina. Un punto de vista interdisciplinar. In SATSE-Andalucía , editor. Libro de Ponencias 5º Congreso Internacional Virtual de Enfermería y Fisioterapia.; 2014.
27. Aguilar-Cordero MJ, Sánchez-López AM, Mur-Villar N, Hermoso-Rodríguez E, Latorre-García J. Efecto de la nutrición sobre el crecimiento y el neurodesarrollo en el recién nacido prematuro. Revisión sistemática. *Nutr.Hosp.* 2015; 31(2): p. 716-729.
28. Basco JA, Rodríguez J. Los niños con necesidades educativas especiales también van a la piscina. *Rev. Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología.* 2001; 4(2): p. 48-55.
29. Sutherland D, Olshen R, Cooper L, Woo S. The development of nature gait. *J Bone Joint Surg.* 1980; 62 (3): 336-53.
30. Cramer SC, Riley JD (2008) Neuroplasticity and brain repair after stroke. *Curr Opin Neurol* 21(1):76–82

31. French B, Thomas LH, Leathley MJ, Sutton CJ, McAdam J, forster A, Langhorne P, Price CI, Walker A, Watkins CL (2007). Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD006073
32. Calabro` RS, De Luca R, Leo A, Balletta T, Marra A, Bramanti P. (2015) Lokomat training in vascular dementia: motor improvement and beyond! *Aging Clin Exp.*
33. Konstantinos P. Michmizosa and Hermano Igo Krebsb, (2017) Pediatric robotic rehabilitation: Current knowledge and future trends in treating children with sensorimotor impairments; *NeuroRehabilitation* 41 (2017) 69–76
DOI:10.3233/NRE-171458 IOS Press
34. Sergio Lerma Lara y cols. (2016), Entrenamiento y Rehabilitación de la Marcha en Pacientes Pediátricos a través de la Plataforma Robótica CPWalker, 23:302–7.