

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**TEMA:**

Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) que asisten al hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre del 2018 a febrero del 2019.

**AUTORES:**

De la Cruz Muñoz, Ximena Estefanía  
Upiachihua Naranjo, Rodolfo Enrique

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Licenciados en Terapia Física**

**TUTOR:**

Alvarado Alvarado, Haydee María  
**Guayaquil, 18 de marzo del 2019**

**Guayaquil, Ecuador**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **De La Cruz Muñoz Ximena Estefanía y Upiachihua Naranjo Rodolfo Enrique**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciados en Terapia Física**.

**TUTORA**

f. \_\_\_\_\_

**Alvarado Alvarado, Haydee María**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Jurado Auria, Stalin Augusto**

**Guayaquil, 18 de marzo del 2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **De La Cruz Muñoz Ximena Estefanía y Upiachihua Naranjo Rodolfo Enrique.**

### **DECLARAMOS QUE:**

Nuestro Trabajo de Titulación, **Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre del 2018 a febrero del 2019** previo a la obtención del título de **Licenciados en Terapia Física**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 18 de marzo del 2019**

f. \_\_\_\_\_

**De la Cruz Muñoz, Ximena Estefanía**

f. \_\_\_\_\_

**Upiachihua Naranjo, Rodolfo Enrique**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **De La Cruz Muñoz Ximena Estefanía y Upiachihua Naranjo Rodolfo Enrique.**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre del 2018 a febrero del 2019**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 18 de marzo del 2019**

### **AUTORES:**

f. \_\_\_\_\_

**De la Cruz Muñoz, Ximena Estefanía**

f. \_\_\_\_\_

**Upiachihua Naranjo, Rodolfo Enrique**

# REPORTE URKUND



Haydee María Alvarado Alvarado (haydee.maria.alvarado.alvarado)

**Documento** [TESIS\\_FINAL\\_XIMENA\\_Y\\_UPI\\_URKUND.doc \(D47994484\)](#)

**Presentado por** Haydee María Alvarado Alvarado (haydee.alvarado@cu.ucsg.edu.ec)

**Recibido** haydee.alvarado.ucsg@analysis.urkund.com

0% de estas 25 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

**Lista de fuentes** Bloques

Nº	Porcentaje	Descripción
5	81%	La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la aus...
6	99%	Acorde a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud en el 2013 propone el plan integr...
7	76%	Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciatura en Terap
8	100%	Guayaquil, a los (día) del mes de (mes) del año (año)
9	46%	cerebro vascular
10	100%	Art. 19.- Derecho a la salud. - El Estado garantizará a las personas con discapacidad el der...
11	100%	Medicamentos, insumos, ayudas técnicas, producción, disponibilidad y distribución: - La ...

**1 Advertencias.**

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

CARRERA DE TERAPIA FISICA

TEMA:

Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Accidente Cerebro Vascular (ACV) que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre de 2018 a febrero de 2019.

AUTOR (ES):

De La Cruz Muñoz, Ximena Estefanía

Upiachihua Marañño, Rodolfo Enrique

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

Licenciados en Terapia Física

TUTOR:

## **AGRADECIMIENTO**

Tus esfuerzos son impresionantes y tu amor es para mí invaluable. Junto a mis hermanos me has educado, me has proporcionado todo y cada cosa que he necesitado. Gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, tus enseñanzas las he aplicado cada día. Le agradezco a mi madre, Lilian Muñoz, que ha dado todo su esfuerzo, cariño y confianza para que yo este culminando esta nueva etapa de mi vida y por el apoyo incondicional en cada paso que doy. Muchos de mis logros se los debo a ella, y hoy logro uno más, ser una profesional.

A mis hermanos, Pedro y Liliana, por siempre estar presente en cada paso y logro de mi vida, por aportarme buenas cosas, por ser esos hermanos mayores que a pesar de todo me brindan solo alegrías. A mis amigas (os) Carolina, Samantha, Katherine, Liz y Juan Pablo por haber sido parte de este camino y haberlo hecho más divertido. A mi compañero y amigo de tesis, Rodolfo Upiachihua, por todo su esfuerzo y dedicación y por haberme brindado apoyo, confianza y paciencia todo este proceso.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y a todos los docentes que forman parte de la carrera de terapia física, por haberme aportado conocimiento en cada etapa. A mi tutora Dra. Haydee Alvarado por el tiempo brindado, paciencia, dedicación y por haber estado pendiente de todo el proceso y ser guía en este trabajo de titulación. Al Lic. Carlos López, por sus enseñanzas, conocimientos, consejos, cariño y principalmente por la confianza brindada.

**Ximena Estefanía de la Cruz Muñoz**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a mi madre, Lilian Muñoz, por siempre estar brindándome palabras de aliento, por su esfuerzo, por su amor y por su apoyo incondicional para poder culminar con éxito esta etapa de mi vida. No va a haber manera de devolverte tanto que me has ofrecido.

A mis hermanos y sobrinas que han estado junto a mí a lo largo de este y cada uno de mis procesos, siempre brindándome apoyo, alegrías y siendo pilares fundamentales para cada uno de mis procesos de formación. A mis amigas (os) por permitirme aprender más de la vida a su lado y por brindarme gratos durante estos años de amistad.

A mi ángel, que desde el cielo me cuida y guía día a día, Siempre me apoyo en cada uno de mis sueños y sé que estará orgulloso de verme cumplir un logro más en vida.

**Con cariño**

**Ximena Estefanía de la Cruz Muñoz**

## **AGRADECIMIENTO**

Ustedes son las personas más importante que tengo en mi vida, son mi motor y fortaleza, las palabras no me alcanzarían para agradecer todo lo que han hecho, por su apoyo incondicional, sus consejos y más que nada por el esfuerzo que han hecho por mi hermana y por mí; porque a pesar de todo siempre han logrado sacar adelante a nuestra familia. Este agradecimiento va dirigido a mis padres Rodolfo Upiachihua Nieto y Yolanda Naranjo Cisneros, gracias a ustedes hoy estoy culminando una meta más, juntos hemos logrado esto, y por ustedes luchare por cumplir más sueños. A mi hermanita Daniela Upiachihua Naranjo, quien me ha dado su paciencia y apoyo.

A mis queridos amigos Maroly, José, Ali, Solange Toala, Marlon, Bryan, Ricardo, Juan Pablo, Gianella y todos los demás, quienes han hecho de todo este viaje, algo maravilloso, y que forman parte de mi familia. Mi mejor amigo de la infancia Paul Rodas con quien comparto 15 años de amistad y que hasta el día de hoy recibo su apoyo. A Ximena de la Cruz por ser la mejor compañera y amiga de tesis, durante todo el proceso tu esfuerzo, apoyo, dedicación siempre estuvieron presentes, gracias por la comprensión y confianza que me brindaste.

Al Lcdo. Carlos López, quien desde tercer ciclo ha sido mi guía y mentor, sus consejos y apoyo ha sido de gran ayuda en mi vida, gracias por todas sus enseñanzas no solo a nivel educativo, sino para formarme como una persona de bien, gracias por la confianza que me brindo. Su grandeza radica en su humildad y eso se expresa siempre en la gratitud de cada estudiante, que ve en usted una persona de noble corazón. Gracias a los discípulos que bajo la tutela del gran jefe, nos brindamos apoyo y buscamos la forma de crecer no solo en conocimiento, sino también como grandes colegas y amigos. A la Universidad Católica y a todos sus docentes. A mi tutora la Dra. Hyde Alvarado que nos guio con paciencia y dedicación en todo este proceso de titulación.

**Rodolfo Enrique Upiachihua Naranjo**

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria va dirigida a mi padre, Rodolfo Upiachihua Nieto gracias a tu sacrificio y esfuerzo he logrado culminar una meta más, tus consejos son una guía en mi vida, me has enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y a vivir siempre en humildad.

A mi madre, Yolanda Naranjo Cisneros tu calidez y apoyo siempre han estado presente en mi vida, gracias por todas las noches en vela, por cada consejo y por recordarme siempre, que el que persevera alcanza.

A los amigos que estuvieron presente tanto en los buenos y los malos momentos, compartiendo con cada uno de ellos a lo largo del trayecto, aprendiendo y creciendo juntos.

**Gracias Totales**

**Rodolfo Enrique Upiachihua Naranjo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ENCALADA GRIJALVA, PATRICIA ELENA**  
DECANO O DELEGADO

f. \_\_\_\_\_

**GRIJALVA GRIJALVA, ISABEL ODILA**  
COORDINADOR DEL AREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**JURADO AURIA, STALIN AUGUSTO**  
OPONENTE

# ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	2
1. Planteamiento del problema .....	3
1.1 Formulación del problema .....	5
2. Objetivos.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3. Justificación .....	7
4. Marco Teórico .....	8
4.1 Marco Referencial.....	8
4.2 Marco Teórico .....	10
4.2.1 Enfermedad Cerebro Vascular. ....	10
4.2.2 Epidemiología.....	10
4.2.3 Clasificación y etiología.....	13
4.2.4 Factores predisponentes.....	14
4.2.4.1 Factores de riesgo no modificables.....	15
4.2.4.2 Factores de riesgo modificables.....	15
4.2.5 Fisiopatología.....	16
4.2.6 Clínica.....	18
4.2.7 Hemiplejia.....	20
4.2.7.1 Mecanismos posturales normales.....	20
4.2.8 Dificultades asociadas con la hemiplejia.....	21
4.2.9 Marcha Normal.....	22
4.2.10 Marcha patológica.....	25
4.2.11 Ejercicios propioceptivos guiados con láser.....	26

4.2.11.1 Propiocepción.....	26
4.2.11.2 <i>Bases fisiológicas de la propiocepción</i> .....	26
4.2.12 Sistema Visual.....	28
4.2.12.1 Fisiología y percepción visual.....	28
4.2.12.2 Integración del sistema visomotor.....	29
4.2.12.3 Equilibrio y coordinación.....	30
4.2.13 Cerebelo.....	30
4.2.14 Sistema Nervioso.....	31
4.2.14.1 Sistema Nervioso Central.....	31
4.2.14.2 Sistema nervioso periférico.....	32
4.2.15 Funciones del sistema nervioso.....	32
4.2.16 Proceso sensitivo.....	33
4.2.17 Tipos de estímulos.....	33
4.2.18 Vías somatosensitivas.....	33
4.2.18.1 Tractos somatosensitivos.....	34
4.2.19 Vías somatomotoras.....	34
4.2.19.1 Tractos somatomotores.....	35
4.2.20 Control motor.....	36
4.2.21 Desarrollo de los ejercicios propioceptivos guiados con láser.....	37
4.2.21.1 Ejercicios en sedestación.....	38
4.2.21.2 Ejercicios en bipedestación.....	38
4.2.21.3 Entrenamiento de marcha.....	39
4.2.21.4 Indicaciones.....	39
4.2.21.5 Contraindicaciones.....	39
4.2.22 Neuroplasticidad.....	40
4.2.22.1 Neuroplasticidad del sistema nervioso intacto.....	41

4.2.22.2 Neuroplasticidad tras la lesión del sistema nervioso .....	41
4.3 Marco Legal .....	42
4.3.1 Ley Orgánica de Salud.....	42
4.3.1.1 Del derecho a la salud y su protección .....	42
4.3.2 Acorde a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud .....	42
4.3.3 Ley Orgánica de Discapacidad Sección II de la salud .....	43
5. Formulación de la hipótesis .....	47
6. Identificación Y Clasificación de Variables .....	48
6.1 Operacionalización de las Variables.....	49
7. Metodología de la Investigación .....	50
7.1 Justificación de la elección del diseño .....	50
7.2 Población y Muestra .....	51
7.2.1 Criterios de inclusión.....	51
7.2.2 Criterios de exclusión .....	51
7.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	52
7.3.1 Técnicas utilizadas.....	52
7.3.2 Instrumentos de recolección de datos.....	52
8. Presentación de Resultados.....	54
8.1 Análisis e interpretación de resultados .....	54
9. Conclusiones.....	72
10. Recomendaciones .....	73
11. Presentación de Propuesta de Investigación .....	74
BIBLIOGRAFÍA .....	79
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Distribución porcentual según el sexo en pacientes con ECV. ....	70
Figura 2. Distribución porcentual según edades en pacientes con ECV.....	71
Figura 3. Evaluación inicial del equilibrio en pacientes con ECV. ....	72
Figura 4. Evaluación intermedia del equilibrio en pacientes con ECV.....	73
Figura 5. Evaluación final del equilibrio en pacientes con ECV. ....	74
Figura 6. Evaluación inicial/intermedia/final del equilibrio .....	75
Figura 7. Evaluación inicial de la amplitud de base de sustentación .....	76
Figura 8. Evaluación intermedia de la amplitud de base de sustentación ...	77
Figura 9. Evaluación final de la amplitud de base de sustentación .....	78
Figura 10. Evaluación inicial/intermedia/final de la base de sustentación ...	79
Figura 11. Evaluación inicial de la altura del paso .....	80
Figura 12. Evaluación intermedia de la altura del paso .....	81
Figura 13. Evaluación final de la altura del paso .....	82
Figura 14. Evaluación inicial/intermedia/final de la altura de paso. ....	83
Figura 15. Evaluación inicial de la longitud de paso. ....	84
Figura 16. Evaluación intermedia de la longitud de paso.....	85
Figura 17. Evaluación final de la longitud de paso .....	86
Figura 18. Evaluación inicial/intermedia/final de la longitud de paso.....	87

## RESUMEN

**Introducción:** La Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) es el producto de la interrupción del flujo sanguíneo cerebral, la clínica característica de esta enfermedad es la hemiplejía que provoca una afectación en la biomecánica de la marcha por la alteración de los patrones normales del movimiento. Los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser, manipulan estas alteraciones mediante la aplicación de ejercicios para mejorar el equilibrio, la amplitud de base de sustentación, altura de paso y longitud de paso, mediante estímulos oculomotores, propioceptivos y de coordinación.

**Objetivo:** El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia de los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con ECV.

**Metodología:** La investigación desarrollada fue experimental misma que pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipule. El proceso investigativo es deductivo debido a que hay una problemática que será evaluada y probada de manera secuencial con una realidad objetiva. El diseño del estudio es experimental, porque modifica una realidad manipulando de manera intencional variables. Es de tipo pre-experimental porque es un diseño de un solo grupo donde el grado de control es mínimo, mediante la evaluación del grupo poblacional al inicio y al final para recolectar datos y demostrar resultados.

**Resultados:** En los resultados se pudieron evidenciar mejoras con un porcentaje final de equilibrio de 67% (Escala Tinetti); un 57% en amplitud de base de sustentación; un 63% en altura de paso y un 60% en longitud de paso sobre un 0% al inicio de las evaluaciones (Kinovea).

**Conclusión:** Los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor mejoraron la respuesta biomecánica de las marcha.

**PALABRAS CLAVES:** EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS; PUNTERO LASER; ESTIMULO OCULO-MOTOR; EQUILIBRIO; MARCHA; CONTROL MOTOR

## ABSTRACT

**Introduction:** Brain Vascular Disease (CVD) is the product of interruption of cerebral blood flow and presents with clinical signs of rapid evolution. The clinical feature of this disease is hemiplegia that causes an impairment in the biomechanics of walking due to the alteration of normal movement patterns. The guided proprioceptive exercises with laser pointer, the manipulation of these alterations through the application of the exercises to improve the balance, the amplitude of the base of sustentation, the step height and the step length, the use of oculomotor, proprioceptive and of coordination.

**Objective:** The objective of this research was to determine the efficacy of guided proprioceptive exercises as an oculo-motor stimulus in the biomechanical response of gait in patients with stroke. **Methodology:** The research developed was experimental itself that aims to establish the possible effect of a cause that is manipulated. The investigative process is deductive because there is a problem that will be evaluated and tested in a sequential manner with an objective reality. The design of the study is experimental, because it modifies a reality by intentionally manipulating variables. It is pre-experimental because it is a design of a single group where the degree of control is minimal, by evaluating the population group at the beginning and at the end to collect data and demonstrate results.

**Outcomes:** The guided proprioceptive exercises with laser pointer as an oculo-motor stimulus in the biomechanical response of the proposed gait should be considered for these alterations. In the results, improvements could be evidenced with a final percentage of equilibrium of 67% (Tinetti Scale); 57% in breadth of support base; 63% in step height and 60% in step length over 0% at the start of evaluations (Kinovea). **Conclusion:** The proprioceptive exercises guided with laser pointer as an oculomotor stimulation improved the biomechanical response of the gait.

**KEYWORD:** PROPIOCEPTIVE EXERCISES; LASER POINTER; STIMULUS HALL-ENGINE; BALANCE; MARCH; MOTOR CONTROL

## INTRODUCCIÓN

“La Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) se produce por un trastorno circulatorio cerebral que altera transitoria o definitivamente el funcionamiento de una o varias partes del encéfalo” (Argente, Álvarez, & Aguilar, 2014, p.3).

Su incidencia es mayor en personas de 65 años, con predominio en el sexo masculino. La clínica característica son las alteraciones a nivel sensitivo y motor, entre las secuelas de mayor prevalencia encontramos la hemiplejía contralateral a la zona afectada, como consecuencia de esto, se produce una afección de la biomecánica de la marcha, ya que se producen movimientos compensatorios. (Zarranz, 2018, p.10)

Los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser, tienen como función la activación del sistema motor mediante la estimulación óculomotora. La aplicación de estos ejercicios mejorara el equilibrio, la propiocepción y la coordinación.

El desarrollo de los ejercicios tendrá como objetivo mejorar la biomecánica de la marcha enfocándose en parámetros como: amplitud de base de sustentación, altura de paso y longitud de paso.

Este proyecto de titulación es cuantitativo, ya que recolecta datos numéricos mediante la realización de evaluaciones antes, durante y después del programa a 30 pacientes con ECV que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IESS).

La finalidad del presente trabajo de investigación es determinar la eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser, a través de las evaluaciones realizadas a lo largo del proyecto, con el objetivo de demostrar que mejora la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con ECV.

## 1. Planteamiento del problema

La enfermedad cerebro vascular, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es definido como un conjunto de signos clínicos de alteración focal o global de la función cerebral, los síntomas tienen una duración de 24 horas o más, y que incluso algunos progresan hacia la muerte. A nivel mundial este ECV es el primer causante de muerte de adultos mayores (65años) y el principal factor de discapacidad y dependencia ya que produce alteraciones en los patrones de la marcha, alteraciones en la bipedestación y sedestación (OMS, 2018). Por eso, en este proyecto de titulación nos basaremos en demostrar la eficacia del puntero láser como estímulo oculomotor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con secuelas de ECV.

Según un estudio realizado en España por la Fisioterapeuta Inés Alba Fernández Rodríguez, sobre la eficacia de la utilización de estímulos externos durante el entrenamiento de la marcha en pacientes con enfermedad neurológica (EP), demuestra que la aplicación de señales externas producen mejorías en los parámetros temporo-espaciales de la marcha, equilibrio en la marcha y en el grado de severidad de la enfermedad, por lo cual la fisioterapeuta concluyo en que el programa de entrenamiento de la marcha a través de estímulos externos si mejora las habilidades motoras y del equilibrio durante la fase de la marcha (Rodríguez Fernández, 2014, p.1).

En Ecuador, el ECV fue una de las principales causas de muerte desde 1975, quince años después alcanzo el primer lugar. Actualmente, según un artículo sobre Enfermedad Cerebrovascular en Ecuador, da como resultado que, en los últimos 25 años, se obtuvieron 77.897 defunciones por ECV, ocupando el 6,70% y siendo el valor porcentual más alto en relación con otras enfermedades. Otro estudio realizado en Ecuador, en la Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Cuenca, demuestra que el tipo

de ECV isquémico deja secuelas físicas y limitación en las actividades de la vida diaria (AVD) por lo cual, aplicaron un programa de ejercicios con estímulos externos visuales, el cual concluyo con mejoras en la respuesta motora y en las actividades cotidianas (Carrera & González, 2015, p.47).

En la Ciudad de Guayaquil, en el Hospital De Especialidades Teodoro Maldonado Carbo del IESS, hay una alta demanda de pacientes con secuelas de ECV en el área de Fisiatría y Terapia Física. Dentro de las secuelas, la que tiene mayor porcentaje y la más deficiente, es la respuesta motora, abarcando un 84,5% de pacientes; seguida por las alteraciones cognitivas que ocupan un 8,8%, por último, tenemos las secuelas en la comunicación como la disartria o afasia con un alcance del 6,7% (Aguilera Delgado, 2016, p.17). Una vez recopilados estos datos el proyecto de titulación está enfocado en la aplicación del puntero láser como estímulo oculomotor para evidenciar las mejoras en la motricidad, marcha, equilibrio estática o dinámica.

## **1.1 Formulación del problema**

¿Cuál es la eficacia que presenta la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo oculomotor en la respuesta biomecánica de la marcha?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General.**

Determinar la eficacia de los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascolar (ECV).

### **2.2 Objetivos Específicos.**

- Evaluar el grado de déficit motor en pacientes de 35 a 85 años de edad mediante la aplicación del software: Kinovea, y la escala Tinetti.
- Aplicar ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser en pacientes con ECV.
- Analizar los resultados de la aplicación de los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser.
- Diseñar un plan de tratamiento fisioterapéutico con el uso del puntero láser como estímulo óculo - motor en pacientes con ECV.

### **3. Justificación**

La Enfermedad Cerebrovascular (ECV), según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) es el primer causante de muerte en adultos mayores de 65 años y el principal factor de discapacidad, ya que produce alteraciones en la respuesta biomecánica de la marcha, ya que afecta el equilibrio, coordinación y la postura del paciente. También, ocupa un alto porcentaje en ser una de las patologías neurológicas con mayor dependencia.

Posterior a un ECV uno de los objetivos principales de la rehabilitación es recuperar la independencia de la marcha, tanto en un terreno estable como inestable, por esta razón, es necesario llevar a cabo esta investigación de una forma correcta, ya que en el país se han realizado pocos estudios relacionados a este tema.

Teniendo en cuenta esto, el presente trabajo de titulación tiene como objetivo primordial determinar la eficacia de los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV), mediante la recopilación de datos de las historias clínicas y la distribución porcentual de las evaluaciones en las distintas etapas, se puede medir las mejoras en cada parámetro de la marcha, en base a los datos proporcionados por el Software Kinovea.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1 Marco Referencial.**

**“Eficacia de la utilización de estímulos externos durante el entrenamiento de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática”.**

Fernández, en su estudio publicado en la Escuela Universitaria Gimbernat – Cantabria, describió que la alta incidencia de la patología y la gran elevada complejidad que produce hace que se implementen nuevas herramientas terapéuticas como lo son los estímulos externos sensoriales y propioceptivos para mejorar la marcha y estabilidad de estos pacientes. El objetivo del estudio fue evaluar la evidencia sobre la eficacia de la implementación de estímulos externos visuales, en los trastornos motores que se producen en la marcha y así lograr conseguir implicaciones terapéuticas. La frecuencia fue de tres sesiones por semana de media hora de duración cada una. Dentro de sus criterios de inclusión se añadieron pacientes con diagnóstico de Enfermedad de Parkinson y pacientes ambulatorios de forma independiente. Los resultados que se obtuvieron tuvieron como conclusión que el programa de entrenamiento con este tipo de protocolo terapéutico produjo mejoras en los parámetros temporo-espaciales de la marcha, equilibrio dinámico y en el grado de severidad de la patología lo que ocasionaba mejorías en la sintomatología de la enfermedad. También, recalcaron que serían necesarios futuros trabajos de investigación referente a dicho tema (2014).

**“Accidente Cerebrovascular: estudio de caso en un proceso de rehabilitación funcional con la particular intervención de un docente en la cátedra de evaluación funcional y profesor de educación física”.**

Quagliatta, dentro de su estudio realizado en Uruguay en la Universidad de la Educación Física y el Deporte, basado en la rehabilitación motriz posterior a un accidente cerebrovascular, tuvo como objetivo restablecer las funciones motoras más relevantes y especialmente

significativas en un paciente adulto mayor de 68 años con hemiplejía causada por ECV. Para este estudio se utilizó variables sensoriales, con la finalidad de estimular mecanismos propioceptivos, que incluían entradas somatosensoriales, visuales y vestibulares, mediante la asistencia y guía del movimiento en etapas iniciales. Los resultados obtenidos del estudio de caso fueron favorables para el sujeto, ya que por las estrategias adoptadas el reaprendizaje motor obtenido le permitió al paciente una autonomía completa, tanto en las actividades de la vida diaria como en actividades recreativas y que incluso aporte en el estado emocional del paciente (2013).

## **4.2 Marco Teórico**

### **4.2.1 Enfermedad Cerebro Vascular.**

La enfermedad cerebrovascular (ECV), es definido con criterios diagnósticos como signos clínicos de rápida evolución que producen alteración focal o global de la función cerebral, con síntomas que tienen una duración igual o mayor a 24 horas que pueden conducir a la muerte. (Norrving, 2014) Y según la Health Service Executive “es el tercer causante de muerte, el segundo en ocasionar demencia y el primer trastorno neurológico causante de discapacidad del adulto” (Stokes & Stack, 2014, p.9).

Las ecv son consecuencia de la interrupción de la circulación sanguínea cerebral, que ocasiona un déficit transitorio o definitivo del funcionamiento de una o varias áreas del encéfalo. Según la naturaleza de la lesión encefálica, dividimos el ecv en dos tipos, hemorrágico o isquémico (NINDS, 2017, p.45).

La incidencia de padecer un evento vascular es mayor con los años, ya que la mayoría de los casos ocurren en adultos mayores 65 años, y en hombres presenta una mayor frecuencia en comparación con las mujeres (Norrving, 2014). En su gran mayoría, la enfermedad cerebrovascular produce afección a uno o los dos hemisferios cerebrales, el signo clínico característico es la hemiparesia sensitivomotora o una hemiplejía o hemiparesia contralateral al de la lesión cerebral (Stokes & Stack, 2014, p.9).

### **4.2.2 Epidemiología.**

Las ECV componen un grave problema en la salud pública y una gran carga socioeconómica en países industrializados. Se ha estimado que en el 2016 se produjo a nivel mundial 5,5 millones de defunciones por el ECV,

junto con el infarto del miocardio, representa el 85,1% de todas las defunciones por enfermedades no transmisibles; En América, se ha registrado un descenso en la mortalidad por ECV del 26% en los hombres y 28% en las mujeres, con tasas de mortalidad estandarizadas de 32,5 defunciones por cada 100.000 habitantes en hombres y 24 defunciones por cada 100.000 habitantes en mujeres, sin embargo, los descensos en países de América Latina han sido menos favorables (Núñez-González, Duplat, & Simancas, 2018, p.25).

En el Ecuador durante el periodo 2001 – 2015 se registraron 48.621 defunciones por ECV de las cuales el 50,3% corresponden a la población masculina, con una relación hombre-mujeres de 1:1. La media de edad fue de 71,4 años para los hombres y de 74,5 años para las mujeres; Según la clasificación CIE-10 Otras enfermedades cerebrovasculares representan el 31,07% de las defunciones, seguido por Infarto cerebral 29,75%, Hemorragia intracerebral con el 16,18% abarcando el 77% de las defunciones (Núñez-González et al, 2018, p.25).

La mortalidad por ECV, en números absolutos, disminuyó en los hombres de 1.393 defunciones en el año 2001 a 733 en 2015, observándose la misma tendencia en las mujeres de 1.389 a 1.087 defunciones, para los mismos años (Núñez-González et al, 2018, p.26).

En el Ecuador, durante el periodo 2001 al 2016, la tasa de mortalidad disminuyó en la población; en el análisis por grupos de edad a partir de los 30 años, se observó el mismo patrón decreciente, a excepción de los  $\geq 80$  años, en donde los cambios no fueron estadísticamente significativos. Al igual que los resultados obtenidos en el Ecuador, el descenso en la mortalidad por ECV, es un fenómeno mundial, que presenta un visible contraste entre los países de altos y bajos ingresos, descendiendo 37% y 20% respectivamente, sin embargo, la incidencia por ECV, ha presentado

una tendencia creciente en los países de bajos ingresos de hasta 2,3 veces en comparación con los países de altos ingresos, que por el contrario, en los cuales se ha observado una tendencia decreciente del 42% (Núñez-González et al, 2018, p.27).

En el análisis por grupos de edad, entre los 30 a 79 años, se identificó un importante descenso en la mortalidad, tanto en hombres como mujeres; estos cambios podrían estar relacionados con las estrategias que progresivamente ha venido implementado el Ministerio de Salud Pública del Ecuador como ente Rector del Plan Estratégico Nacional para la Prevención y Control de las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), cuyo propósito es la reducción de estas enfermedades y su mortalidad prematura (Núñez-González et al, 2018, p.28).

La hipertensión arterial es considerada la principal comorbilidad presente en el 80 % de los pacientes con ECV, para su control se han desarrollado incentivos para erradicar el sedentarismo; promover una adecuada alimentación, acudir a chequeos médicos con frecuencia con el fin de prevenir complicaciones a través de la estrategia “Fortalecimiento de la Red de Servicios de Salud y Mejoramiento de la Calidad,” mediante la implementación del Modelo de Atención Integral de Salud (Núñez-González et al, 2018. p.28).

El 40% de todas las muertes que se producen por ECV en personas menores de 65 años están relacionadas con el hábito de fumar. Por medio de la campaña “Ecuador libre de Humo de Tabaco” se ha promovido la prevención del consumo del tabaco y otras sustancias adictivas (Núñez-González et al, 2018, p30).

La mortalidad por enfermedades cerebrovasculares ha disminuido en el Ecuador en los últimos 15 años. Sin embargo, existen grupos de edad y

provincias en donde no se ha podido observar estos cambios; esto obliga a los tomadores de decisiones a direccionar el diseño de políticas de salud para aquellas poblaciones en donde no se han observado descensos o cambios en su tendencia, estrategias para fortalecer acciones que reduzcan la morbilidad y mortalidad por ECV desde varios puntos: en primer lugar, mejorar los sistemas de registro que permitan una adecuada vigilancia epidemiológica de la incidencia y carga de la enfermedad, identificar y controlar los factores de riesgo modificables y mejorar los sistemas de detección y manejo de los pacientes con ECV (Núñez-González et al, 2018, p.30).

#### **4.2.3 Clasificación y etiología.**

La ECV se clasifica en dos grupos: Hemorrágico e Isquémico. La Enfermedad cerebrovascular hemorrágico es producido por la rotura de un vaso sanguíneo, mientras, el isquémico es causado por una interrupción de la irrigación sanguínea, esto produce una alteración en la función del vaso sanguínea que fue afectado y disminución de la irrigación sanguínea en determinada región del cerebro. Un gran porcentaje de los ECV son de origen isquémico (80%) mientras que solo el (20%) es de origen hemorrágico (Argente et al., 2014, p.21).

Las ECV isquémicos se clasifican en:

- Embólico: Enfermedad que se origina en el corazón, la aorta o las arterias carótidas o vertebrales, se producen por valvulopatía, en un cuadro de miocardio acinético con formación de trombos (Misulis, Head, & Netter, 2008, p.15).
- Trombótico: Cuadro de oclusión vascular a consecuencia de la propagación de un trombo (Misulis et al., 2008, p.15).
- Venoso: El infarto venoso es menos frecuente que el infarto arterial, se presenta debilidad focal, cefalea, dificultades cognitivas y convulsiones (Misulis et al., 2008, p.17).

- Ataque isquémico transitorio (AIT): episodio breve de disfunción neurológica, causado por isquemia focal cerebral o retiniana, con síntomas clínicos que típicamente duran menos de una hora, sin evidencia de infarto agudo (NINDS, 2017, p.48).

El ECV hemorrágico puede tener una causa intracraneal o intracerebral. La hemorragia intracraneal es denominada como la acumulación de sangre dentro del cráneo, normalmente esta acumulación se concentra entre el cráneo y las meninges que rodean la medula espinal y el encéfalo. Por su lado, la hemorragia intracerebral es la formación de un hematoma causado porque la sangre se vierte en el tejido encefálico (Stokes & Stack, 2014, p.12).

Las ECV hemorrágicos se clasifican en:

- Hematoma subdural: Puede ser de origen espontaneo o secundario a un traumatismo y se encuentra en fase aguda, subaguda o crónica (Misulis et al., 2008, p.20).
- Hemorragia subaracnoidea: Se produce por la rotura de una aneurisma intracraneal. Cefalea de inicio súbito con déficit neurológico (Misulis et al., 2008, p.20).
- Hematoma epidural: Se origina por un traumatismo, la hemorragia es de origen arterial y procede de la arteria menígea media (Misulis et al., 2008, p.21).
- Hematoma intraparenquimatoso: Se debe generalmente a hipertensión se presenta debilidad, convulsiones y disminución del nivel de consciencia (Misulis et al., 2008, p.22).

#### **4.2.4 Factores predisponentes.**

Los factores predisponentes o factores de riesgos se dividen en aquellos que no son modificables y aquellos modificables que a su vez pueden ser prevenidos (Zarranz, 2018, p.25).

#### **4.2.4.1 Factores de riesgo no modificables.**

**Edad:** La incidencia del ECV tiene mayor frecuencia en adultos de 55 años, a partir de esta edad se duplica cada década de vida el episodio. Uno de cada cinco mujeres y uno cada cuatro hombres padecerán un trastorno neurológico si llegan a cumplir los 85 años (Simon, Aminoff, & Greenberg, 2015, p.15).

**Raza:** Dentro de la clasificación de nuestros congéneres según la raza integrada en nuestra biología, en Japón hay un mayor número de frecuencia de hemorragias hipertensivas y arteriopatías infantojuveniles idiopáticas o familiares que conllevan al ECV, por otra parte, en Afroamericanos la alta incidencia de anemia de células falciformes son los que los predispone a accidentes cerebro isquémicos, y por último, en Estados Unidos, las patologías que los hace propensos a sufrir una de estas alteraciones neurológicas son los múltiples casos por patologías ateromatosa en grandes vasos en razas caucásicas y las patologías en pequeños vasos intracraneales en asiáticos y africanos (Zarranz, 2018, p.27).

**Herencia y genética:** Esta patología tiene predisposición familiar, la razón son los tres factores principales del ECV: Hipertensión Arterial (HTA), Diabetes y el hipercolesterolemia. Las enfermedades que se heredan con patrón autosómico dominantes son, generalmente raras, y no influyen en la epidemiología integral del ECV, aunque tengan gran interés individual. Por otra parte, el ser portador del alelo  $\epsilon 4$  de la apolipoproteína E aumenta la posibilidad de padecer enfermedad vascular isquémica y coronaria en la población joven, al igual que induce la enfermedad neurodegenerativa conocida como Enfermedad de Alzheimer (Zarranz, 2018, p.27).

#### **4.2.4.2 Factores de riesgo modificables.**

**Hipertensión arterial:** La HTA está presente en el 70% de personas que han sufrido un ECV, el principal causante de este evento es una presión arterial sistólica (PAS) alta (mayor a 160 mmHg). El cual puede ser

modificable con un cambio alimenticio, es decir, incrementar alimentación más natural y sin mucha sal; también, eliminar el tabaquismo y las bebidas alcohólicas ya que el conjunto de estos tres aspectos es predisponente a la HTA. El padecimiento de esta afección en la presión arterial aumenta de dos a cuatro veces el riesgo de un ECV en personas adultas mayores abarcando un 19,6% (Seshadri & Debetete, 2015, p.33).

**Diabetes:** La diabetes en una persona incrementa en gran escala la posibilidad de sufrir un ECV, pero su verdadero peso es difícil de apreciar por la morbilidad asociada con la HTA, cardiopatías y colesterol elevado. Esta patología predispone a las enfermedades cerebrovasculares isquémicos ya que tiene mayor influencia en el padecimiento de aterosclerosis. El pronóstico de este ECV isquémico es menos favorable en personas diabéticas que en personas no diabéticas (Zarranz, 2018, p.29).

**Tabaquismo:** El consumo de tabaco y ser un fumador pasivo induce a la arteriosclerosis en ambos sexos. El humo que produce el cigarrillo ocasiona daño en el endotelio vascular, produce un aumento de los hematocritos y un incremento en la agregabilidad plaquetaria. Las probabilidades de sufrir un ECV aumentan con la cantidad de tabacos consumidos diariamente; y el tiempo para que desaparezca este riesgo acumulado es a partir del quinto año (Zarranz, 2018, p.30).

**Hiperlipemia:** Otro de los factores de riesgo del ECV isquémico es el colesterol elevado, incluyendo una tasa de lipoproteínas de baja densidad (LDL) alta y la de lipoproteínas de alta densidad (HDL) baja (Seshadri & Debetete, 2015, p.35).

#### **4.2.5 Fisiopatología.**

El consumo de oxígeno cerebral es de 3,5-3,8 ml/100gr/min (un 20% del oxígeno sanguíneo). El flujo sanguíneo cerebral (FSC) normal es de 55 ml/100 gr/min. El cerebro recibe el 15% del gasto cardíaco, equivalente

800ml de sangre arterial por minuto (660ml del territorio carotideo y 140ml del territorio vertebro-basilar (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.22).

Para el mantener el FSC el sistema circulatorio dispone de mecanismos de funcionamiento cardio-arteriales y del mecanismo de autorregulación, que regula el comportamiento cardíaco y el diámetro arterial. Cuando el descenso del FSC produce isquemia se desencadena el fenómeno de Cushing: a través de centros vasomotores bulbares y vías adrenérgicas aumenta el gasto cardíaco y hay vasoconstricción periférica que restablece el gradiente de presión, aumentando la presión parcial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) y produciendo vasodilatación cerebral para aumentar el FSC. La disminución de la PaO<sub>2</sub> produce vasodilatación y el aumento de temperatura produce aumento del FSC (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.25).

La disminución de la presión de perfusión cerebral (PPC) genera vasodilatación e incremento de la extracción de glucosa y oxígeno. El fracaso de estos mecanismos con una reducción del flujo sanguíneo cerebral (FSC) a menos de 20 ml/100g/min origina una zona de Penumbra Isquémica caracterizada por la presencia de células vivas con alteración de la comunicación eléctrica, despolarización celular y disminución del metabolismo oxidativo (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.26).

El infarto se establece cuando el FSC es menor a 10-12 ml/100 g/min provocando la falla de las bombas iónicas, cese de síntesis del ATP e ingreso de calcio que destruye la célula (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.27).

#### 4.2.6 Clínica.

##### Arteria carótida interna

El 30 a 40% son asintomáticas, La isquemia distal afecta el territorio de la arteria cerebral media y puede comprometer la arteria cerebral anterior. La clínica abarca: ceguera monocular transitoria (rara ocasión es permanente), soplo carotideo, hemiplejía, hemianopsia y afasia profunda (Stokes & Stack, 2014, p.14).

##### Arteria cerebral media

Sus ramas corticales irrigan la parte lateral del hemisferio cerebral a nivel del lóbulo frontal, parietal y temporal. Clínica según compromiso: **completo** (hemiplejía, hemianestesia, hemianopsia homónima contralateral; desviación conjugada de cabeza y ojos hacia la lesión; afasia global; asomatognosia y anosognosia) – **rama superior** (hemiparesia y hemianestesia facioabrazual contralateral, afasia de Broca (hemisferio dominante), desviación conjugada de la mirada) – **rama inferior** (afasia de Wernicke (hemisferio dominante); negligencia visual (hemisferio no dominante), cuadrantopsia superior o hemianopsia homónimo) - **rama profunda** (hemiparesia) (Stokes & Stack, 2014, p.15).

##### Arteria cerebral anterior

Sus ramas corticales irrigan la superficie medial del hemisferio cerebral y las profundas, la cápsula interna y núcleos grises centrales. La clínica aborda: **oclusión distal** (genera déficit sensitivo (leve) y motor de pie, pierna y muslo contralateral, rigidez paratónica, incontinencia urinaria y reflejo de prensión. Afasia transcortical). **Lesión bilateral** (produce paraparesia con alteraciones sensitivas y esfinterianas, alteraciones del comportamiento y mutismo aquinético) (Stokes & Stack, 2014, p.15).

### Arteria cerebral posterior

Sus ramas proximales irrigan los pedúnculos cerebrales mediales, núcleos y nervios oculomotores, núcleo rojo, sustancia negra, fascículo longitudinal medio y lemnisco medial; tálamo anterior, medial e inferior; tálamo posterior central y cuerpo geniculado lateral (arterias tálamogeniculadas); pedúnculo cerebral lateral y tubérculos cuadrigénimos. Las ramas terminales corticales irrigan el lóbulo temporal infero-medial y occipital media (Stokes & Stack, 2014, p.16).

### Clasificación de la clínica:

- Síndrome mesencefálico: síndrome de Weber (parálisis óculomotora homolateral + hemiplejía contralateral), parálisis de mirada vertical (síndrome de Parinaud) (Stokes & Stack, 2014, p.16).
- Síndrome talámico anteromedial: hemibalismo, hemicoreoatetosis, temblor, hemiataxia, hipoestesia (Stokes & Stack, 2014, p.17).
- Síndrome talámico de Dejerine Roussy: hipoestesia contralateral, superficial y profunda + hemiparesia transitoria + hemianopsia homónima. Luego evoluciona con dolor y parestesias (Stokes & Stack, 2014, p.17).

### Arteria basilar

Por medio de sus ramas paramedianas, circunferenciales cortas y circunferenciales largas, irriga la protuberancia y cerebelo. Su clínica se basa en: signos bilaterales (cuadriplejía, mutismo aquinético, parálisis bilateral de mirada horizontal) (Stokes & Stack, 2014, p.18).

### Arteria cerebelosa anteroinferior

Ataxia cerebelosa ipsilateral, náuseas, vómitos, anestesia termoalgésica contralateral, nistagmus + debilidad facial, paresia de mirada lateral conjugada, hemiplejía (Stokes & Stack, 2014, p.19).

Arteria cerebelosa posteroinferior

Vértigo, nistagmus, náuseas, vómitos; anestesia termoalgésica contralateral, compromiso del paladar ipsilateral y del reflejo nauseoso, diplopía vertical, ataxia de miembros y lateropulsión ipsilateral (Stokes & Stack, 2014, p.19).

#### **4.2.7 Hemiplejia.**

La hemiplejia es el resultado de una lesión producida a nivel encefálico o en segmentos más altos de la medula espinal, tiene como característica la pérdida del movimiento voluntario con alteración del tono muscular y la sensibilidad en toda la extensión del hemicuerpo (Cash & Downie, 1989, p.50).

##### **4.2.7.1 Mecanismos posturales normales.**

Comprende los factores que preceden al movimiento normal, está conformado por dos tipos de reacciones automáticas:

**Reacciones de enderezamiento:** Permite la posición normal de la cabeza en el espacio y en relación con el cuerpo, es referente para la alineación normal del tronco y los miembros (Cash & Downie, 1989, p.52).

**Reacciones de equilibrio:** Es un mecanismo complejo que mantiene y recobra el balance, está conformado por movimientos visibles como cambios invisibles del tronco contra la gravedad (Cash & Downie, 1989, p.52).

El movimiento es producido en respuesta a estímulos sensitivos receptados desde la periferia y es controlado por propioceptores (músculos y articulaciones), exteroceptores (piel y tejido subcutáneo) y telerreceptores (ojos y oídos), el funcionamiento normal del cuerpo depende de la eficiencia del sistema nervioso central como órgano integrador (Cash & Downie, 1989, p.55).

Todo movimiento dirigido y coordinado depende de:

**Tono postural normal:** Provee el trasfondo sobre el cual se basa el movimiento, y es controlado a nivel subcortical, se basa en un equilibrio donde debe ser bajo para permitir el movimiento y fuerte para resistir la fuerza de la gravedad. La hipertonicidad se refiere a la pérdida del dinamismo en el tono proporcionando estabilidad sin movilidad y la hipotonicidad no permite la estabilidad necesaria para el movimiento (Cash & Downie, 1989, p.56).

**Inervación recíproca normal:** Permite el equilibrio muscular entre los agonistas y antagonistas (Cash & Downie, 1989, p.56).

**Patrones normales de movimiento:** Patrones de movimiento producido por la interacción de grupos musculares (Cash & Downie, 1989, p.56).

#### **4.2.8 Dificultades asociadas con la hemiplejía.**

Las dificultades presentes en el paciente hemipléjico abarcan no solo a la pérdida del control voluntario, sino que también involucra factores como patrones normales del movimiento, tono anormal, sensibilidad anormal y las reacciones estereotipadas asociadas (Cash & Downie, 1989, p.58).

**Alteración del tono:** Se clasifica en hipotonía (presente en la primera fase de la hemiplejía) y la hipertónica (modificación presente en la evolución del paciente). Cuando la hipotonía está establecida, el tono es demasiado bajo para iniciar el movimiento, no hay resistencia al movimiento pasivo y el paciente es incapaz de sostener el miembro en cualquier posición; Cuando la hipertónica se desarrolla, el movimiento pasivo es resistido y el movimiento activo es difícil o imposible (Cash & Downie, 1989, p.59).

**Alteraciones sensitivas:** Las alteraciones sensitivas dan como resultado déficit en el equilibrio y la movilidad. La valoración de esta incluye la propiocepción, estereognosia, la sensibilidad superficial, profunda y la temperatura (Cash & Downie, 1989, p.59).

**Perdida de movimiento selectivo:** Se debe valorar el grado y calidad del control voluntario, aunque los pacientes con hemiplejia sean capaces de mover todos los segmentos corporales, se presenta la dificultad a la hora de realizar un movimiento selectivo sin que otros músculos actúen simultáneamente en un patrón masivo estereotipado de movimiento. Estas sinergias son estereotipadas debido a que los músculos que intervienen en el patrón motor y la fuerza de sus respuestas son lo mismo para cualquier esfuerzo, independientemente de la demanda. El movimiento no será efectivo hasta que los componentes motores indeseables en estos patrones reflejos sean inhibidos al mismo tiempo que son activados los patrones deseados (Cash & Downie, 1989, p.60).

**Perdida de reacciones de equilibrio:** En la ejecución de cada movimiento, la postura debe ser ajustada para mantener el equilibrio, pero con la alteración del tono las reacciones requeridas están deterioradas o ausentes. La presencia o ausencia de tales reacciones y también su calidad son evidentes durante todas las actividades funcionales básicas (Cash & Downie, 1989, p.60).

#### **4.2.9 Marcha Normal.**

“La marcha humana es la expresión de la integración neuromuscular del ser humano en condiciones fisiológicas, y precisa la intervención de un gran conjunto de factores” (Dufour, Pillu, Langlois, & Valle Acedo, 2018, p.33).

La capacidad de deambulación en bipedestación es una característica específica del ser humano. Para la activación de la marcha es necesaria la integración de múltiples sistemas: aferencias sensitivas (vista, oído, sentido espacial, orientación), áreas de integración motora cortical (corteza motora primaria, área premotora, área suplementaria), tronco del encéfalo, núcleos diencefálicos, ganglios basales, cerebelo, médula espinal, unidad motora y músculo (Dufour et al., 2018, p.33).

La activación de estos sistemas permite el adecuado control de la postura y el equilibrio dinámico y una correcta modulación del movimiento

mediante la coordinación de las extremidades con el tronco (Dufour et al., 2018, p.37).

Durante la marcha, el centro de gravedad sufre variaciones en su base de apoyo durante el 80% del tiempo, y aun así, se conserva un equilibrio dinámico, debido a estos factores:

- Control proactivo del movimiento: Manifestado en dos formas, la anticipación (contrarresta las perturbaciones causada por los movimientos de la marcha) y la experiencia (predice causas potenciales de desequilibrio) (Dufour et al., 2018, p.94).
- Control reactivo de la estabilidad: se genera por las aferencias sensoriales y nos permite reaccionar ante alteraciones inesperadas del equilibrio (Dufour et al., 2018, p.94).
- Coordinación de los diferentes grupos musculares en acción (Dufour et al., 2018, p.94).

Para que la marcha sea funcional debe cumplir con los siguientes factores de eficacia:

- Desenvoltura y seguridad: Es la base para que la ejecución de la marcha sea eficaz, significa el caminar con seguridad en terrenos estables como inestables (Dufour et al., 2018, p.97).
- Facultad de adaptación: Habilidad para reaccionar de forma rápida ante obstáculos, para hacer cambios de dirección y reequilibrarse al ser desequilibrado (Dufour et al., 2018, p.97).
- Velocidad y resistencia: Factores que establecen las características de la marcha normal. Los parámetros que se incluyen en la marcha normal son amplitud de la base de sustentación, altura del paso, longitud del paso y velocidad de la marcha (Dufour et al., 2018, p.97).

El ciclo de la marcha (contacto del talón con el suelo hasta el próximo contacto del mismo talón con el suelo) está compuesto de dos pasos (contacto de un talón con el suelo hasta el contacto con el suelo del otro talón) lo que determina dos fases: una fase de apoyo que abarca el 60% y una fase de oscilación, sin apoyo abarca el 40% (Dufour et al., 2018, p.100).

En la fase de apoyo se distinguen tres fases: fase de apoyo anterior, el talón del pie toma el primer contacto con el suelo; fase de apoyo unipodal totalidad de la planta del pie, inicia fase de balanceo de la extremidad inferior contralateral; fase de apoyo posterior, mientras la rodilla se encuentra bloqueada en extensión, el soleo y gemelo impulsan la extremidad levantando el talón del suelo (Dufour et al., 2018, p.100).

La activación de la musculatura implicada en la marcha es escasa, normalmente al caminar el gasto energético es mínimo. Caso contrario a lo que sucede cuando aceleramos, desaceleramos, subimos o bajamos superficies inclinadas. En la marcha, la actividad muscular es utilizada con mayor frecuencia en la fase de apoyo, ya que se produce un frenado de manera excéntrico (Dufour et al., 2018, p.101).

Del 0 al 15% = Cadera: abductores, glúteos y tensor de la fascia lata; rodilla: isquiotibiales y cuatro vastos del cuádriceps; tobillo: tibial posterior y extensores del pie (Dufour et al., 2018, p.101).

Del 15 al 40% = Cadera: abductores, glúteos y tensor de la fascia lata; rodilla: tres vastos del cuádriceps; tobillo: flexores plantares (tríceps sural y retromaleolares mediales y laterales) y peroneos (Dufour et al., 2018, p.101).

Del 40 al 50% = Cadera: abductores, glúteos y tensor de la fascia lata; rodilla: sin activación; tobillo: flexores plantares (tríceps sural y retromaleolares mediales y laterales) (Dufour et al., 2018, p.102).

Del 50 al 60% = Cadera: Psoas Iliaco, aductor y pelvitrocantereos; rodilla: sin activación; tobillo: soleo y retromaleolares mediales y laterales (Dufour et al., 2018, p.102).

Del 60 al 75% = Cadera: Psoas Iliaco, grácil, sartorio, tensor de la fascia lata; rodilla: sin activación; tobillo: extensores del pie (Dufour et al., 2018, p.102).

Del 75 al 100% = Cadera: Aductor; rodilla: isquiotibiales; tobillo: extensores del pie (Dufour et al., 2018, p.102).

#### **4.2.10 Marcha patológica.**

La marcha que se produce como consecuencia de la lesión de la corteza motora o de la vía corticoespinal en afectación unilateral se la denomina “marcha en segador” (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina, & Segarra Vidal, 2014, p.123).

Su etiología es el ECV y la esclerosis múltiple, el lado lesionado presenta hipertonía extensora, la hipertonía inhibe la flexión de la rodilla durante la fase oscilatoria obligando al paciente a avanzar la pierna por medio de movimientos compensatorios (Bisbe Gutiérrez et al., 2014, p.123)

Los movimientos compensatorios se manifiestan con las siguientes características: elevación de la pelvis, inclinación del tronco hacia el lado sano y abducción de la cadera, al tiempo que la cadera y la rodilla se mantienen en extensión rígida y el pie en posición equina (Bisbe Gutiérrez et al., 2014, p.124).

En la fase de apoyo el contacto del pie con el suelo se realiza con el borde externo del antepié y los dedos se mantienen en flexión. La duración de la fase de apoyo es reducida a comparación de la “marcha normal” y existe una evidente disminución de la transferencia de carga sobre la pierna afectada (Bisbe Gutiérrez et al., 2014, p.124).

La pierna sana presenta un incremento del tiempo de apoyo y una reducción de la longitud del paso, la extremidad del lado afecto pierde el braceo (movimiento dissociado de las extremidades superiores provocando condiciones favorables para el desequilibrio. Este patrón de marcha modifica los parámetros de postura y obliga al enfermo a caminar con mucho esfuerzo, incrementa el consumo energético provocando fatiga (Bisbe Gutiérrez et al., 2014, p.125).

#### **4.2.11 Ejercicios propioceptivos guiados con láser.**

##### **4.2.11.1 Propiocepción.**

La propiocepción es la capacidad del organismo de percibir la posición y el movimiento de las estructuras que componen el aparato musculoesquelético. El sistema propioceptivo se encarga de enviar información aferente a la médula sobre los reflejos medulares y sobre el estado artrocinemático de una articulación (Simon et al., 2015, p.49).

“El trabajo propioceptivo se centra en una reeducación sensitivo-perceptivo-motriz, que trata de poner en marcha, a nivel de la corteza cerebral los conceptos de sensación, percepción y respuesta motora” (Simon et al., 2015, p.50).

El objetivo de la reeducación propioceptiva es favorecer actividades automáticas y reflejas, imprescindibles en diversas actividades de la vida diaria. Para trabajar de forma correcta la propiocepción, se deben provocar estímulos externos que favorezcan reacciones musculares reflejas (Simon et al., 2015, p.50)

“La base de la estimulación propioceptiva se haya en el uso de diferentes estímulos que generen movimiento, y en la repetición y automatización de esos movimientos” (Simon et al., 2015, p.50).

##### **4.2.11.2 Bases fisiológicas de la propiocepción**

Propioceptores. - receptores localizados a lo largo de todo el organismo, especialmente en músculos, ligamentos, tendones y articulaciones. Envían información a la medula sobre la posición, equilibrio, movimiento, presión y tensión de estas estructuras (Simon et al., 2015, p.50).

### Propioceptores musculotendinosos

- Husos neuromusculares: Receptores localizados en el vientre muscular, sensibles a estímulos de estiramientos. Responsables del reflejo miotático y la inervación recíproca (Simon et al., 2015, p.51).
- Órgano tendinoso de Golgi: Receptores localizados en la unión miotendinosa, sensibles a los cambios de tensión transmitidos desde el vientre muscular. Responsables de la reacción de alargamiento o impulso inhibitorio (Simon et al., 2015, p.51).

### Propioceptores capsuloligamentoso

Receptores que informan a la corteza cerebral la posición (propiocepción) y el movimiento (cinestesia) de la articulación (Simon et al., 2015, p.52).

### Propioceptores vestibulares

Receptores localizados en el oído interno, informan la posición de la cabeza en relación con el espacio (receptores estáticos) y del movimiento de la misma (receptores dinámicos) (Simon et al., 2015, p.53).

### Exteroceptores

Localizados en la superficie corporal, son sensibles a estímulos que se originan fuera del organismo. Transmiten sensaciones visuales, olfativas, gustativas, táctiles, de presión, térmica y dolorosas (Fuller, 2014, p.26).

Entre los exteroceptores se destaca la función de la información visual, ya que sirve de información coadyuvante a la información proveniente del interior de nuestro organismo. Cuando se produce una alteración de la función visual, aparecen alteraciones de la situación espacial y la posición de las estructuras, el uso de la información visual servirá de gran ayuda en el trabajo de reeducación propioceptiva (Fuller, 2014, p.26).

#### **4.2.12 Sistema Visual.**

El sistema visual transmite más información al cerebro, que cualquier otro sistema aferente, la información recibida, es procesado dentro del encéfalo, para formar un conjunto de mapas del sistema visual. El SV incluye el ojo, la retina, los nervios ópticos y las vías visuales dentro del cerebro, donde múltiples centros visuales procesan la información sobre diferentes aspectos (figura, forma, color, movimiento) de los estímulos visuales (Waxman, Olivares Bari, & Padilla Sierra, 2011, p.10).

##### ***4.2.12.1 Fisiología y percepción visual.***

El ojo humano es un órgano esférico de 25mm de diámetro formado por tres membranas: la esclerótica, la coroides y la retina (Fuller, 2014, p.40).

La esclerótica contiene la córnea cuya función es permitir el paso de la luz al interior. La coroides tiene como función nutrir la retina, membrana interna fotosensible sobre la que se forman las imágenes a partir de la luz recibida a través de la abertura variable de la pupila (Fuller, 2014, p.43).

El cristalino es el responsable de la acomodación de la visión a distancia, el iris actúa como un diafragma regulador del paso de luz admitida, los músculos oculares que son los encargados de la movilidad conjunta del sistema visual y el nervio óptico receptor del conjunto de estímulos de la retina y transmisor al cerebro de toda la información (Fuller, 2014, p.44).

El proceso de la percepción visual empieza por los ojos, la luz estimula los órganos receptores de la retina que convierte el estímulo lumínico en impulso eléctrico y lo transmiten, a través de los axones del nervio óptico, hacia el cerebro. La información se encuentra en la conexión cerebral denominada “quiasma óptico” y continúa su recorrido hasta llegar a los núcleos geniculados laterales del tálamo donde es enviada a la corteza visual en el lóbulo occipital. La información procedente del ojo derecho es

enviada al córtex visual del hemisferio izquierdo y viceversa (Fuller, 2014, p.46).

División del proceso en 3 etapas:

- Fotorrecepción: la luz que llega al ojo estimula en el fondo de la retina las células fotorreceptoras, que transmiten la señal al nervio óptico (Fuller, 2014, p.46).
- Transmisión y procesamiento: la retina es la primera fase donde se procesa y se transmite la información, siguiendo por mecanismos más complejos a nivel del tálamo y córtex cerebral (Fuller, 2014, p.47).
- Percepción: En el lóbulo occipital (zona visual primaria y zona de asociación visual) se completa el proceso de percepción (Fuller, 2014, p.47).

#### ***4.2.12.2 Integración del sistema visomotor.***

La coordinación visomotora es la capacidad que tiene el cuerpo de reconocer una acción motriz a nivel cognitivo mediante la percepción visual, interpretarla y elaborar una respuesta inmediata a estos estímulos brindados que se manifestarán de manera conjunta y simultánea, esta relación proporcionará un determinado patrón que provocará una conducta en un determinado momento, conformando así un nuevo aprendizaje y forma de desempeñarse en el medio que se le presente.

El puntero laser es utilizado como estímulo externo al momento de realizar los ejercicios propioceptivos, con el objetivo de integrar el sistema visual con la función motora, se le pide al paciente que realice una actividad en específico en la cual guía el láser hacia un objetivo mediante órdenes verbales, trabajando la propiocepción, coordinación y equilibrio en un movimiento selectivo, el sistema nervioso cumple un rol fundamental como

órgano integrador en la ejecución del movimiento mediante las vías somatosensitivas y somatomotoras.

#### **4.2.12.3 Equilibrio y coordinación.**

Se considera equilibrio cuando todas las fuerzas que intervienen sobre una persona están niveladas, logrando que el centro de gravedad se encuentre dentro de la base de sustentación. Los elementos implicados en el equilibrio son: centro de gravedad, amplitud en base de apoyo, entorno visual, guía de movimiento, atención, estado cognitivo y memoria (Aldatz, Maldonado, Ruiz, & Narváez, 2018, p.70).

Existen dos tipos de equilibrio. El equilibrio estático se refiere al mantenimiento de la posición del cuerpo en relación con la fuerza de gravedad. El equilibrio dinámico que refiere al mantenimiento de la posición del cuerpo en respuesta a movimientos repentinos (Aldatz et al., 2018, p.71).

El conjunto de capacidades que organizan y regulan los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo establecido se denomina “coordinación motriz”. La coordinación se encuentra conformada por: capacidad de equilibrio, orientación espacio-temporal, velocidad de reacción, capacidad de adaptación y acoplamiento de los movimientos (Aldatz et al., 2018, p.74).

#### **4.2.13 Cerebelo.**

Su función primaria es evaluar cómo se lleva a cabo el movimiento iniciado por las áreas motoras del cerebro. Cuando se presenta una alteración en la ejecución del movimiento, el cerebelo la detecta y envía señales por medio de mecanismos de retroalimentación a las áreas motoras de la corteza, a través de las conexiones con el tálamo. Las señales de retroalimentación ayudan a corregir los errores, afinar el movimiento y

coordinar las secuencias complejas de contracciones de los músculos esqueléticos. El cerebelo es la principal región del encéfalo que regula la postura y el equilibrio (Aldatz et al., 2018, p.60).

#### **4.2.14 Sistema Nervioso.**

El sistema nervioso (SN), en coordinación con el sistema endocrino, proporciona los medios con los cuales las funciones celulares y tisulares se integran en un organismo único capaz de sobrevivir. Controla el movimiento del músculo esquelético y ayuda a regular la actividad del músculo liso, cardíaco y visceral. El sistema nervioso permite la recepción, integración y percepción de la información sensorial; proporciona el sustrato necesario para la inteligencia, la anticipación y el juicio; y facilita el ajuste a un medio externo en cambio constante (Fuller, 2014, p.43).

##### **4.2.14.1 Sistema Nervioso Central.**

El sistema nervioso central (SNC) está formado por el encéfalo y la medula espinal. El encéfalo es la masa nerviosa contenida dentro del cráneo, que se encuentra revestida por tres membranas, denominadas meninges (duramadre, piamadre y aracnoides); y se encuentra subdividido en: cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo (Fuller, 2014, p.43).

El SNC es el encargado de procesar diversos tipos de información sensitiva aferente, así como también regula y controla los pensamientos, las emociones, la memoria, las destrezas motrices, entre otros (Fuller, 2014, p.43).

#### **4.2.14.2 Sistema nervioso periférico.**

El sistema nervioso periférico se encuentra conformado por una serie de cordones voluminosos, que, desde el sistema nervioso central, se extiende hasta la periferia y se denominan nervios periféricos. Los nervios periféricos se encargan de transmitir la información sensitiva recogida en la periferia hacia el sistema nervioso central, y posterior a eso llevar la información procesada en los centros superiores en forma de respuesta motora, en ello recalca su división: nervios sensitivos, motores y mixtos. Se divide en pares craneales, nervios espinales y ganglios (Simon et al., 2015, p.30).

#### **4.2.15 Funciones del sistema nervioso.**

Función sensitiva (aferente): Los receptores sensitivos detectan los estímulos internos y externos, la información recibida es enviada hacia el encéfalo y médula espinal mediante los nervios craneales y espinales (Tortora & Derrickson, 2015, p.448).

Función integradora (de proceso): El SN procesa la información sensitiva analizando y tomando decisiones para efectuar las respuestas adecuadas, actividad conocida como integración (Tortora & Derrickson, 2015, p.448).

Función motora (eferente): Una vez que la información sensorial ha sido integrada, el SN puede generar una respuesta motora adecuada activando efectores (músculos y glándulas) a través de los nervios craneales y espinales. La estimulación de los efectores produce la contracción de un musculo o estimula una glándula para aumentar su secreción (Tortora & Derrickson, 2015, p.448).

#### 4.2.16 Proceso sensitivo.

- Estimulación del receptor sensitivo: Región del cuerpo donde la estimulación activa el receptor y provoca una respuesta (Tortora & Derrickson, 2015, p.449).
- Transducción del estímulo: Transduce la energía de un estímulo en un potencial graduado (Tortora & Derrickson, 2015, p.449).
- Generación de impulsos nerviosos: Cuando un potencial de acción, de una neurona sensitiva alcanza el umbral, desencadena uno o más impulsos nerviosos, que después se propagan al SNC (Tortora & Derrickson, 2015, p.449).
- Integración de las aferencias sensitivas: La corteza cerebral integra sensaciones conscientes o percepciones (Tortora & Derrickson, 2015, p.449).

#### 4.2.17 Tipos de estímulos.

- **Mecanorreceptores:** Detectan músculos mecánicos; suministran sensaciones de tacto, presión, vibración, propiocepción, audición y equilibrio.
- **Termorreceptores:** Detectan cambios de la temperatura.
- **Nociceptores:** Respuesta a estímulos dolorosos
- **Fotorreceptores:** Detectan la luz

#### 4.2.18 Vías somatosensitivas.

(Tortora & Derrickson, 2015, p.451) “Transmiten la información de los receptores somatosensitivos al área somatosensorial primaria de la corteza cerebral y al cerebelo”

**Neuronas de primer orden:** Conducen impulsos de los receptores somáticos hacia el tronco encefálico o a la médula espinal (Tortora & Derrickson, 2015, p.451).

**Neuronas de segundo orden:** Conducen impulsos del tronco encefálico y la médula espinal hacia el tálamo (Tortora & Derrickson, 2015, p.451).

**Neuronas de tercer orden:** Conducen los impulsos del tálamo al área somatosensorial primaria de la corteza ipsolateral (Tortora & Derrickson, 2015, p.452).

#### **4.2.18.1 Tractos somatosensitivos.**

**Cordón posterior:** transmite impulsos nerviosos asociados con el tacto, presión, vibración y propiocepción de los miembros superiores; y el fascículo grácil, el cual transmite la misma información, pero en la región inferior de los miembros y el tronco (Tortora & Derrickson, 2015, p.454).

**Espinotalámica:** Transmiten impulsos asociados con dolor, frío, calor, cosquilleo en miembros, tronco, el cuello y la región posterior de la cabeza (Tortora & Derrickson, 2015, p.454).

**Espinocerebelosa anterior y posterior:** Transmiten impulsos nerviosos de los propioceptores del tronco y el miembro inferior. Las aferencias propioceptivas informan al cerebelo sobre los movimientos reales, lo que le permite coordinar, suavizar y refinar movimientos de precisión y mantener la postura y el equilibrio (Tortora & Derrickson, 2015, p.454).

#### **4.2.19 Vías somatomotoras.**

Los circuitos nerviosos del encéfalo y la médula espinal organizan todos los movimientos voluntarios e involuntarios. Todas las señales excitatorias e inhibitoras convergen en las neuronas motoras que se

extienden fuera del tronco encefálico y de la medula espinal para inervar los músculos esqueléticos del tronco (Waxman et al., 2011, p.40).

**Neuronas de los circuitos locales:** Coordinan la actividad rítmica de grupos musculares específicos (Simon et al., 2015, p.35).

**Neuronas motoras superiores:** Regulan el tono muscular, controlan los músculos de la postura y ayudan a mantener el equilibrio y la orientación de la cabeza y el cuerpo (Tortora & Derrickson, 2015, p.457).

**Neuronas de los núcleos basales:** Estos circuitos ayudan a iniciar y finalizar los movimientos, suprimen los movimientos no deseados y establecen un nivel normal de tono muscular (Tortora & Derrickson, 2015, p.457).

**Neuronas cerebelosas:** Controla las diferencias entre los movimientos planificados y los ejecutados, envía órdenes a las neuronas motoras superiores para reducir los errores del movimiento, coordina los movimientos corporales y mantiene la postura y el equilibrio (Tortora & Derrickson, 2015, p.458).

#### ***4.2.19.1 Tractos somatomotores.***

Vías piramidales

**Corticoespinal lateral:** Transmite impulsos nerviosos de la corteza motora a los músculos esqueléticos contralaterales para movimientos voluntarios, precisos, de los segmentos distales de los miembros (Tortora & Derrickson, 2015, p.460).

**Corticoespinal anterior:** Transmite impulsos nerviosos de la corteza motora a los músculos esqueléticos contralaterales para movimientos del tronco y los segmentos proximales de los miembros (Tortora & Derrickson, 2015, p.461).

**Corticobulbar:** Transmite impulsos nerviosos de la corteza motora a los músculos esqueléticos de la cabeza y el cuello para coordinar movimientos voluntarios precisos (Tortora & Derrickson, 2015, p.461).

Vías extrapiramidales

**Rubroespinal:** Transmite impulsos nerviosos del núcleo rojo a músculos esqueléticos contralaterales que rigen movimientos voluntarios precisos, de los segmentos distales de los miembros superiores (Tortora & Derrickson, 2015, p.465).

**Tactoespinal:** Transmite impulsos nerviosos del colículo superior a los músculos esqueléticos contralaterales que mueven, mediante acción refleja, la cabeza, los ojos y el tronco en respuesta a estímulos visuales y auditivos (Tortora & Derrickson, 2015, p.466).

**Vestibuloespinal:** Transmite impulso nervioso del núcleo vestibular a los músculos esqueléticos ipsilateral del tronco y los segmentos proximales de los miembros para mantener la postura y el equilibrio, en respuesta a los movimientos de la cabeza (Tortora & Derrickson, 2015, p.466).

**Reticuloespinal medial y lateral:** Transmite impulsos nerviosos de la formación reticular a los músculos esqueléticos ipsilateral del tronco y los segmentos proximales de los miembros para mantener la postura y regular el tono muscular, en respuesta a los movimientos del cuerpo (Tortora & Derrickson, 2015, p.466).

#### **4.2.20 Control motor.**

La capacidad motora presente en el ser humano es el resultado de la integración del sistema nervioso, asociando las funciones de los sistemas sensitivo y motor. Al producirse una lesión en el SNC, se pierde la coordinación y control del movimiento, volviéndose dificultoso y poco funcional; los problemas del movimiento son variados y están relacionados con la localización del daño neural (Stokes & Stack, 2014, p.24).

Existen diferentes sistemas de control motor que permiten los distintos y complejos movimientos que el ser humano es capaz de realizar. Cualquier acción motora depende de la información sensitiva captada por los distintos tipos de receptores que existen (Stokes & Stack, 2014, p.25).

Los receptores convierten la energía física en señales nerviosas, que, a través de las vías aferentes, llegan a los centros de procesamiento neurológico, donde se traducen en señales de fuerza contráctil hacia los músculos efectores para producir el movimiento (Simon et al., 2015, p.40).

#### **4.2.21 Desarrollo de los ejercicios propioceptivos guiados con láser.**

Los ejercicios propioceptivos guiados con láser tienen como objetivo la recuperación funcional del paciente con hemiplejía producto de un ecv, su enfoque se centra en el entrenamiento de la marcha mediante la aplicación de diversos ejercicios repetitivos que buscan activar estímulos tanto a nivel sensitivo como motor. El láser es el estímulo externo principal usado para el desarrollo de los ejercicios, mediante un panel con diferentes grados de dificultad, se le pedirá al paciente que realice un movimiento selectivo, direccionado y mantenido guiado por el láser, esto implicará en el paciente un grado de concentración para realizar el ejercicio a su vez que se trabajará la coordinación, la propiocepción, el equilibrio y el desarrollo de la fuerza (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.51).

Los ejercicios son personalizados y enfocados acorde a las necesidades presentes en los pacientes, se desarrollan en dos posiciones: sedestación y bipedestación, y se los trabajara tanto de forma estática como dinámica (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.52).

Se desarrollarán distintos grados de dificultad a medida que el paciente va avanzando.

#### **4.2.21.1 Ejercicios en sedestación.**

Son los ejercicios desarrollados en la etapa inicial del tratamiento. El paciente se encuentra sentado a una distancia de 2m en relación a la pared (donde se encuentra el panel con el que se trabajara), el láser es colocado a nivel de la rodilla en la extremidad afecta, mediante órdenes verbales, pedimos al paciente que guie el láser hacia el objetivo; en un principio el paciente presentara dificultad en despegar el pie del suelo, no coordinara el ejercicio y no lograra mantener la posición deseada. La ejecución de estos ejercicios trabajara estabilidad en sedestación, activación de los músculos flexores de cadera, activación de los extensores de rodilla y de los músculos encargados de la flexión plantar – dorsiflexión.

#### **4.2.21.2 Ejercicios en bipedestación.**

Son los ejercicios desarrollados en la etapa media del tratamiento. El paciente en este punto lograra mayor grado de control motor en el miembro inferior afecto, para la ejecución de estos ejercicios, el paciente se encontrara de pie a 2m de la pared (donde se encuentra el panel con el que se trabaja), el láser es colocado en la cabeza y se le pide al paciente que enfoque hacia un objetivo, una vez direccionado el movimiento, se le pedirá que controle el balanceo del cuerpo sin que el láser pierda el punto de enfoque. Se trabajará control postural, activación de los músculos antigravitatorios, equilibrio (estático), coordinación.

A medida que el paciente incrementa el grado de control tanto en coordinación como equilibrio, se le incrementan trabajo en superficies inestables, disociación de miembros inferiores y el apoyo de otros materiales (disco vestibular – conos) para trabajo de coordinación y equilibrio (dinámico).

#### **4.2.21.3 Entrenamiento de marcha.**

Estos ejercicios se los desarrolla en la etapa final del tratamiento, su ejecución en un principio es en suelo firme y luego en superficie inestable (colchoneta). Con el láser colocado en la cabeza del paciente, se le pide que realice una marcha apuntando hacia un objetivo y que evite en lo posible perder el punto de enfoque, la ejecución será lenta, pero nos permitirá integrar la atención, concentración y equilibrio dinámico de todas las estructuras, se trabajara estabilidad en la fase de balance.

#### **4.2.21.4 Indicaciones**

Está indicado en personas que presenten:

- Hipotensión postural
- Lesiones del tronco encefálico
- Trastornos hipocinéticos
- Alteraciones del control motor
- Paresia
- Lesiones cerebelosas
- Trastorno de la marcha

#### **4.2.21.5 Contraindicaciones**

No se puede realizar en pacientes que presenten:

- Lesiones neurológicas en etapa aguda
- Plejia
- Trastornos visuales

#### 4.2.22 Neuroplasticidad

La Neuroplasticidad es la capacidad de las células del sistema nervioso para regenerarse morfológica y funcionalmente, después de estar sujetas a influencias patológicas ambientales o del desarrollo, incluyendo traumatismos y enfermedades, permitiendo una respuesta adaptativa a la demanda funcional (Caplan, 2017, p.70).

El concepto de neuroplasticidad abarca diversos procesos a nivel morfológico, fisiológico y neuroquímico.

Cambios producidos a nivel morfológico:

- Neurogénesis: Consiste en la producción de nuevas células del SNC (neuronas y células gliales) que se forman en respuesta a una lesión del sistema nervioso (Caplan, 2017, p.71).
- Colateralización y sinaptogénesis: Formación de ramificaciones nerviosas a partir de axones intactos e ilesos (Caplan, 2017, p.71).
- Regeneración axonal: Reparación y crecimiento de los axones dañados tras la lesión (Caplan, 2017, p.71).

Mecanismos fisiológicos

- Plasticidad sináptica a corto plazo: Cambios en la eficacia de la sinapsis en función de la actividad desarrollada (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.55).
- Plasticidad sináptica a largo plazo: Mecanismos vinculados en el proceso de potenciación a largo plazo (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.55).
- Cambios en los circuitos neuromodulatorios: Modulación por mecanismos neurofisiológicos dirigidos a controlar la actividad sináptica o postsináptica (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015, p.55).

#### ***4.2.22.1 Neuroplasticidad del sistema nervioso intacto***

No es imprescindible que el sistema nervioso sufra una lesión para activar mecanismos neuroplásticos. La repetición consecutiva de un gesto determina su aprendizaje a través del fortalecimiento de la activación de redes neuronales del cerebro (Chang & Johnson, 2017, p.80).

#### ***4.2.22.2 Neuroplasticidad tras la lesión del sistema nervioso***

El potencial dinámico del sistema nervioso sensitivo motor desempeña un papel importante ante una lesión neurológica, pudiendo ser capaz de potenciar la función perdida en lesiones centrales parciales. Los mecanismos de neuroplasticidad pueden diferir en función del nivel en que se encuentre la lesión (periferia, medula o encéfalo) (Chang & Johnson, 2017, p.81).

En lesiones cerebrales, principalmente infartos cerebrales y traumatismos craneoencefálicos, se puede observar una recuperación parcial que tiene lugar en los primeros meses de evolución. Durante los primeros días, la recuperación está relacionada con fenómenos vasculares, como la disminución del edema, la reducción de la zona de penumbra, y el papel de vasos colaterales que favorece la irrigación del área tisular dañada (Chang & Johnson, 2017, p.81).

Los cambios producidos en la fase subaguda están relacionados con la activación de mecanismos como el brotamiento de fibras nerviosas ilesas y la reorganización de los campos corticales sensitivomotores. El papel del hemisferio sano debe ser tenido en cuenta en la recuperación de las lesiones cerebrales, la actividad del trato corticoespinal del lado contralateral al del ictus participa en el proceso de recuperación funcional de la hemiplejía (Chang & Johnson, 2017, p.82).

### **4.3 Marco Legal**

#### **4.3.1 Ley Orgánica de Salud**

##### **4.3.1.1 Del derecho a la salud y su protección**

Art. 1.- La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioético.

Art. 2.- Todos los integrantes del Sistema Nacional de Salud para la ejecución de las actividades relacionadas con la salud, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas establecidas por la autoridad sanitaria nacional.

Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.

#### **4.3.2 Acorde a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud en el 2013 sostiene el plan integral de salud**

Art. 1. De la ejecución del Plan Integral de Salud. - El Plan Integral de Salud, definido en el Art. 5 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud, es el conjunto de acciones y prestaciones de salud en el país y se ejecuta a través de la red de proveedores, mediante la coordinación concertada de acciones de las entidades integrantes del sistema. Al efecto, se respetará la personalidad, autonomía y naturaleza jurídica de cada institución, sus respectivos órganos de gobierno y administración sus recursos propios.

Art. 2. De la determinación de prestaciones del Plan Integral de Salud. Una vez definidos los contenidos del Plan Integral, el Pleno del Consejo Nacional revisará cada dos años, las acciones y prestaciones personales y colectivas de salud que el sistema procura ofrecer a la población. La definición de acciones y prestaciones buscará lograr la equidad y la universalidad, para lo cual el Pleno del Consejo analizará las necesidades epidemiológicas de la población y las determinantes sociales de salud y calidad de vida, considerando la realidad nacional, provincial y cantonal de salud. Así mismo, establecerá metas cuantitativas y cualitativas para la superación de la exclusión social en salud, manteniendo un criterio de lo máximo posible, buscando mejorar el costo - efectividad de las acciones de salud y definiendo taxativamente los recursos existentes.

Art. 3. Ampliación de prestaciones de salud. Los consejos de salud podrán ampliar las acciones y prestaciones contempladas en el Plan Integral de Salud en la medida en que dispongan de financiamiento adicional.

#### **4.3.3 Ley Orgánica de Discapacidad Sección II de la salud en el 2012 sustenta que**

Art. 19.- Derecho a la salud. El Estado garantizará a las personas con discapacidad el derecho a la salud y asegurará el acceso a los servicios de promoción, prevención, atención especializada permanente y prioritaria, habilitación y rehabilitación funcional e integral de salud, en las entidades públicas y privadas que presten servicios de salud, con enfoque de género, generacional e intercultural. La atención integral a la salud de las personas con discapacidad, con deficiencia o condición discapacitante será de responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional, que la prestará a través la red pública integral de salud.

Art. 20.- Subsistemas de promoción, prevención, habilitación y rehabilitación. La autoridad sanitaria nacional dentro del Sistema Nacional de Salud, las autoridades nacionales educativa, ambiental, relaciones laborales y otras dentro del ámbito de sus competencias, establecerán e informarán de los 46 planes, programas y estrategias de promoción, prevención, detección

temprana e intervención oportuna de discapacidades, deficiencias o condiciones discapacitantes respecto de factores de riesgo en los distintos niveles de gobierno y planificación. La habilitación y rehabilitación son procesos que consisten en la prestación oportuna, efectiva, apropiada y con calidad de servicios de atención. Su propósito es la generación, recuperación, Fortalecimiento de funciones, capacidades, habilidades y destrezas para lograr y mantener la máxima independencia, capacidad física, mental, social y vocacional, así como la inclusión y participación plena en todos los aspectos de la vida. La autoridad sanitaria nacional establecerá los procedimientos de coordinación, atención y supervisión de las unidades de salud públicas y privadas a fin de que brinden servicios profesionales especializados de habilitación y rehabilitación. La autoridad sanitaria nacional proporcionará a las personas con discapacidad y a sus familiares, la información relativa a su tipo de discapacidad.

Art. 21.-Certificación y acreditación de servicios de salud para discapacidad. La autoridad sanitaria nacional certificará y acreditará en el Sistema Nacional de Salud, los servicios de atención general y especializada, habilitación, rehabilitación integral, y centros de órtesis, prótesis y otras ayudas técnicas y tecnológicas para personas con discapacidad.

Art. 22.- Genética humana y bioética. La autoridad sanitaria nacional en el marco del Sistema Nacional de Salud normará, desarrollará y ejecutará el Programa Nacional de Genética Humana con enfoque de prevención de discapacidades, con irrestricto apego a los principios de bioética y a los derechos consagrados en la Constitución de la República y en los tratados e instrumentos internacionales.

Art. 23.- Medicamentos, insumos, ayudas técnicas, producción, disponibilidad y distribución. La autoridad sanitaria nacional procurará que el Sistema Nacional de Salud cuente con la disponibilidad y distribución oportuna 47 y permanente de medicamentos e insumos gratuitos, requeridos en la atención de discapacidades, enfermedades de las personas con discapacidad y deficiencias o condiciones discapacitantes. Las órtesis,

prótesis y otras ayudas técnicas y tecnológicas que reemplacen o compensen las deficiencias anatómicas o funcionales de las personas con discapacidad, serán entregadas gratuitamente por la autoridad sanitaria nacional a través del Sistema Nacional de Salud; que, además, garantizará la disponibilidad y distribución de las mismas, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos. El Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades propondrá a la autoridad sanitaria nacional la inclusión en el cuadro nacional de medicamentos, insumos y ayudas técnicas y tecnológicas requeridos para la atención de las personas con discapacidad, de conformidad con la realidad epidemiológica nacional y local. Además, la autoridad sanitaria nacional arbitrará las medidas que permitan garantizar la provisión de insumos y ayudas técnicas y tecnológicas requeridas para la atención de las personas con discapacidad; así como, fomentará la producción de órtesis, prótesis y otras ayudas técnicas y tecnológicas, en coordinación con las autoridades nacionales competentes, y las personas jurídicas públicas y privadas.

Art. 24.- Programas de soporte psicológico y capacitación periódica. La autoridad sanitaria nacional dictará la normativa que permita implementar programas de soporte psicológico para personas con discapacidad y sus familiares, direccionados hacia una mejor comprensión del manejo integral de la discapacidad; así como, programas de capacitación periódica para las personas que cuidan a personas con discapacidad, los que podrán ser ejecutados por la misma o por los organismos públicos y privados especializados.

Art. 25.- Seguros de vida y/o salud y medicina prepagada. La Superintendencia de Bancos y Seguros controlará y vigilará que las compañías de seguro y/o medicina prepagada incluyan en sus contratos, coberturas y servicios de seguros de vida y/o salud a las personas con discapacidad y a quienes adolezcan de enfermedades graves, catastróficas o degenerativas. La autoridad sanitaria nacional vigilará que los servicios de salud prestados a las personas con discapacidad por las compañías mencionadas en el inciso anterior sean de la más alta calidad y adecuados a

su discapacidad. Todo modelo de contrato global de las compañías de seguros privados que incluyan coberturas de vida y/o de salud y de las compañías de salud y/o medicina prepagada deberán ser aprobados y autorizados por la Superintendencia de Bancos y Seguros, para lo cual deberá mantener coordinación con la autoridad sanitaria nacional. Los contratos no podrán contener cláusulas de exclusión por motivos de preexistencias y las mismas serán cubiertas aun cuando la persona cambie de plan de salud o aseguradora. Se prohíbe negarse a celebrar un contrato de las características celebradas o a prestar dichos servicios, proporcionarlos con menor calidad o incrementar los valores regulares de los mismos, estando sujetos a las sanciones correspondientes por parte de la Superintendencia de Bancos y Seguros y demás autoridades competentes.

Art. 26.- Subsistema de información. La autoridad sanitaria nacional mantendrá un sistema de información continua y educativa sobre todas las discapacidades y salud.

Las normas de carácter sanitario preverán las características que deberán contener los productos farmacéuticos y alimentos de uso médico, respecto de la rotulación con sistema.

## **5. Formulación de la hipótesis**

La aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero laser como estímulo óculo - motor mejora el equilibrio, coordinación y la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV).

## **6. Identificación Y Clasificación de Variables**

En el presente trabajo de titulación, se establecen las siguientes variables de investigación:

### **Variables Dependientes:**

Respuesta Biomecánica: Software Kinovea

Área Propioceptiva: Escala de Tinetti, Equilibrio

### **Variable Independiente:**

Ejercicios propioceptivos guiados con puntero laser como estímulo oculomotor.

## 6.1 Operacionalización de las Variables

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Ejercicios propioceptivos guiados con puntero laser como estímulo oculomotor	La información visual precisa de la información propioceptiva extraocular como información de contraste para una adecuada percepción integrada de nuestro cuerpo en el espacio, para lograr el movimiento requerido (Waxman et al., 2011).	Información propioceptiva  Información visual	Agilidad motriz y visual.  Coordinación de miembro inferior.	Observación
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
Biomecánica de la Marcha	Mecanismo de desplazamiento en modo de locomoción bípeda con actividad alterna de las extremidades inferiores del ser humano (Dufour et al., 2018).	Ciclo de la Marcha  Acciones musculares  Alteraciones de la marcha	Amplitud de base de sustentación  Altura del paso  Longitud de paso	Kinovea
Equilibrio	Desde el punto de vista biomecánico describe la dinámica de la postura corporal relacionado con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (Dufour et al., 2018).	Parámetros:  Sedestación  Bipedestación  Equilibrio dinámico	Máximo 16 puntos para equilibrio.	Test de Tinetti

## **7. Metodología de la Investigación**

### **7.1 Justificación de la elección del diseño**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que mide fenómenos mediante los diferentes instrumentos, utiliza estadísticas lo cual permite medir la eficacia del uso del puntero láser como estímulo visual en la respuesta biomecánica, en pacientes con ECV (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, P.80).

Esta investigación se desarrollará a través de un estudio con alcance explicativo debido a que según “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables (Hernández Sampieri et al., 2010, p.84). En esta investigación se pretende explicar la eficacia del uso del puntero láser como estímulo óculo- motor, y medir el efecto de la aplicación de este en la respuesta biomecánica, en pacientes con ECV.

El proceso investigativo es deductivo debido a que hay una problemática que será evaluada y probada de manera secuencial con una realidad objetiva. Este método permite probar o confirmar hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones (Hernández Sampieri et al., 2010, P.86)

El diseño del presente estudio es experimental, porque se pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Siendo la aplicación de estímulos visuales guiados por láser los que influirán sobre la respuesta biomecánica en pacientes con ECV. Es de tipo pre-experimental porque es un diseño de un solo grupo donde el grado de control es mínimo (Hernández Sampieri et al., 2010, p.136) midiendo una o más variables,

mediante la evaluación del grupo poblacional al inicio y al final del proceso; para recolectar datos y demostrar resultados.

## **7.2 Población y Muestra**

La población para el presente estudio constara de 80 pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular que asisten al área de Fisioterapia y Rehabilitación Física del Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física. La muestra estará basada en los criterios de inclusión y exclusión, la cual incluye pacientes que se les aplicará el uso del puntero laser como estímulo oculomotor en la respuesta biomecánica de la marcha.

La elección de la muestra es no probabilístico porque no se escogerá aleatoriamente sino solo aquellos pacientes que cumplan los criterios de inclusión. En el área de Fisioterapia y Rehabilitación Física del Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES), recolectaremos una muestra de 30 pacientes que estén dentro de los criterios de inclusión.

### **7.2.1 Criterios de inclusión**

Pacientes con ECV en etapa relativa.

Pacientes que aceptaron ingresar al programa.

Pacientes con ECV que presenten alteración en la marcha.

### **7.2.2 Criterios de exclusión**

Pacientes con ECV en etapa inicial.

Pacientes que no deseen participar en el proyecto.

Pacientes con alteraciones visuales.

### **7.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **7.3.1 Técnicas utilizadas.**

Observación: La observación se distingue del acto de mirar, porque conlleva una intención, un objetivo. Requiere de un esquema de trabajo para captar las manifestaciones y aspectos más trascendentes de un fenómeno o situación que intentamos comprender o describir. Se observa para obtener datos que serán comparados, interpretados y analizados (Hernández Sampieri et al., 2010, p.140).

Documental: Consiste en obtener información contenida en documentos, ya sea material escrito, simbólico, visual o sonoro (Hernández Sampieri et al., 2010, p.145). El uso de historias clínicas y test permitirán adquirir datos de los pacientes los cuales serán indispensables en el trabajo de investigación.

Encuesta: Es un instrumento que va dirigido a una parte de la población que está siendo estudiada. Es una serie de preguntas realizadas por los investigadores a cada persona de la muestra del estudio, las cuales responden a la variable que se pretende medir (Hernández Sampieri et al., 2010, p.150)

#### **7.3.2 Instrumentos de recolección de datos.**

- Historias clínicas.

En la historia clínica se registra la información del paciente. Consta de distintas secciones en las que se deja constancia de los datos obtenidos. Constituye, además el registro completo de la atención prestada al

paciente durante su enfermedad y de ello, su trascendencia como documento legal. (Obando & Pérez, 2014, p. 6).

- Software Kinovea

El Software Kinovea es un analizador de videos que nos ayudara en el análisis biomecánico. Permite la medición de ángulos, trayectorias de movimientos, perspectivas y marcas visuales en los fotogramas (Tinoco, 2014, p.3).

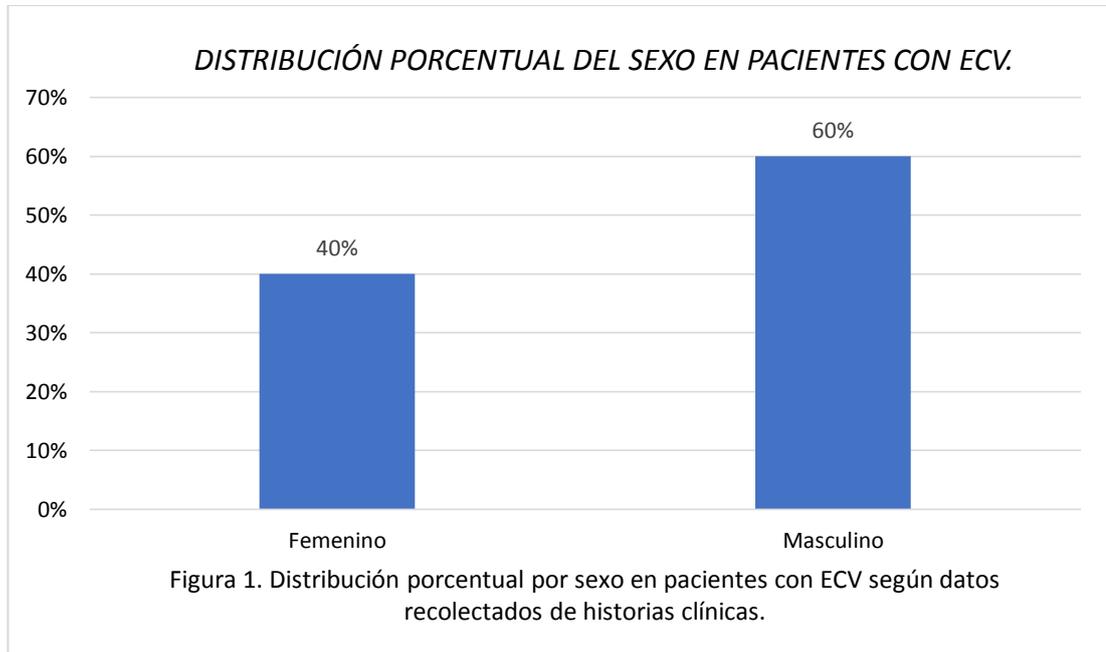
- Escala de Tinetti

Tinetti es una escala observacional que permite evaluar el equilibrio en una puntuación de 0 – 16 pts. La exploración consiste en que el paciente este sentado en una silla sin apoyabrazos para realizar las maniobras en sedestación bipedestación estática y equilibrio dinámico (Rodríguez & Lugo, 2014, p. 220).

## 8. Presentación de Resultados

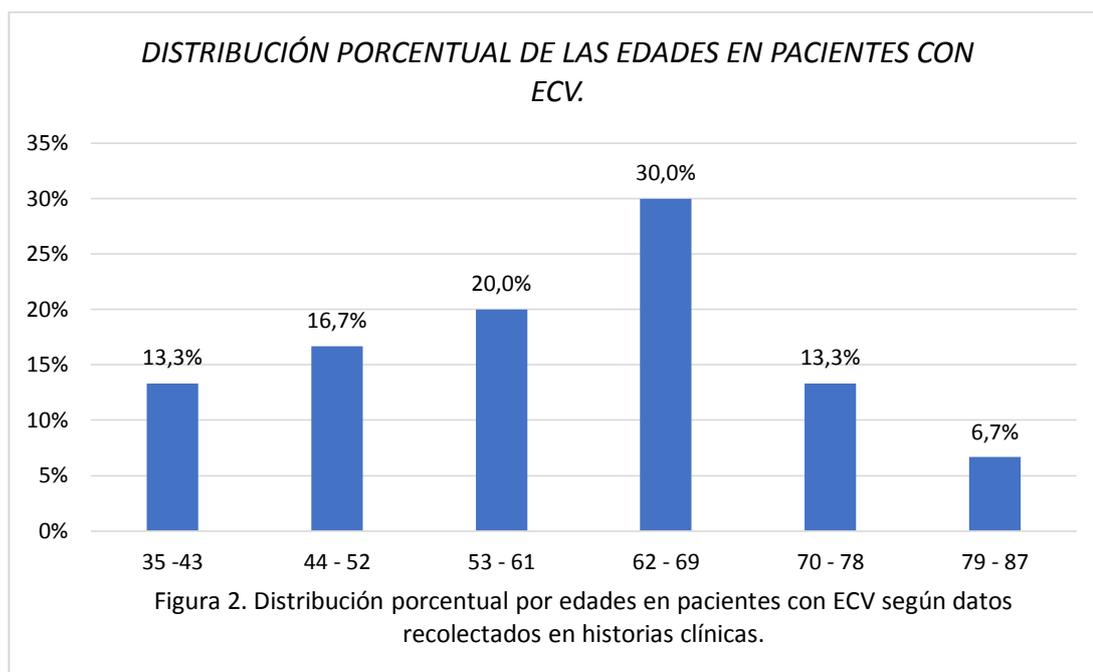
### 8.1 Análisis e interpretación de resultados

**Figura 1. Distribución porcentual según el sexo en pacientes con ECV.**



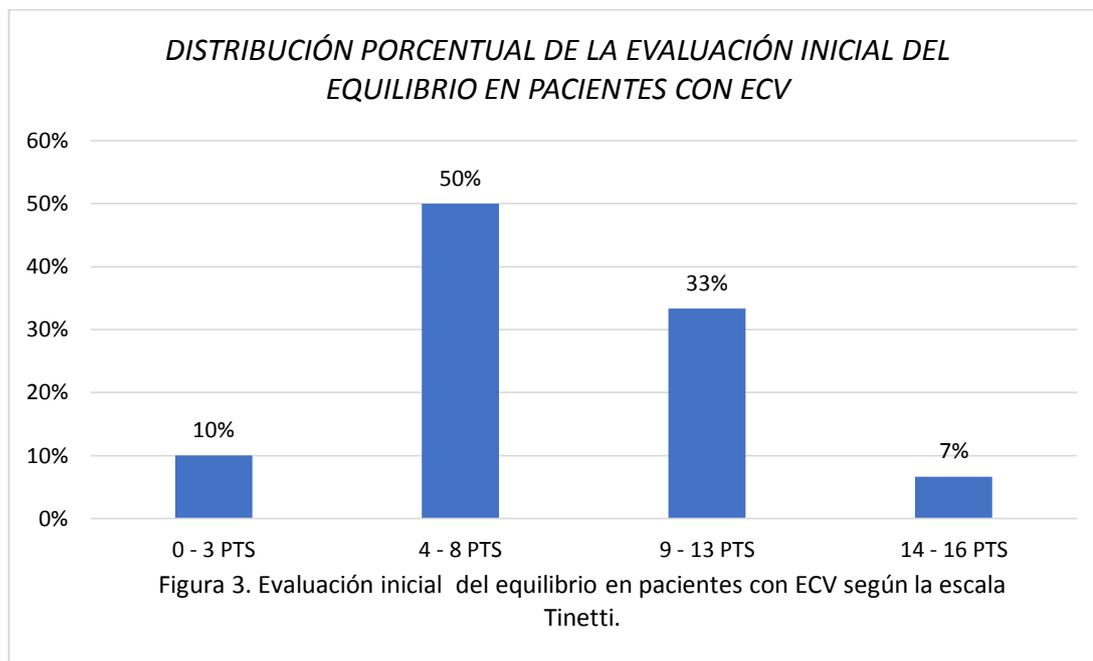
**Análisis e interpretación:** De acuerdo con lo presentado en la Figura 1, de los 30 pacientes que forman parte de la muestra poblacional el 60% representan al sexo masculino, mientras que el 40% al sexo femenino. Dando así, el 100% de la población total.

**Figura 2. Distribución porcentual según edades en pacientes con ECV.**



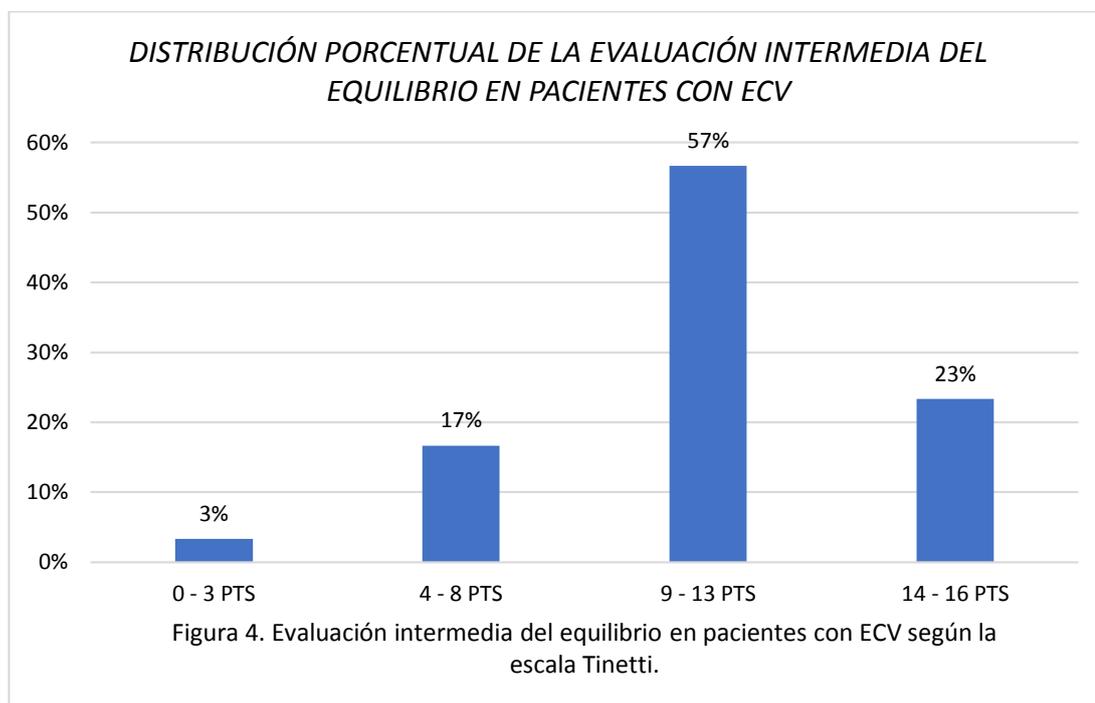
**Análisis e interpretación:** De acuerdo a lo presentado en la Figura 2, las 30 personas que forman parte de la muestra poblacional están divididas para su interpretación en seis grupos: El grupo de 35 - 43 años de edad, con un porcentaje del 13,3%; el grupo de 44 – 52, con un porcentaje del 16,7%; el grupo de 53 – 61, con un porcentaje de 20%; el grupo de 62 - 69, el cual conlleva el porcentaje más alto con el 30%; el grupo de 70 – 78, con el porcentaje de 13,3 y el grupo de 79 – 87 años con el porcentaje más bajo de 6,7%; dando así el 100%.

**Figura 3. Distribución porcentual de la evaluación inicial del equilibrio en pacientes con ECV.**



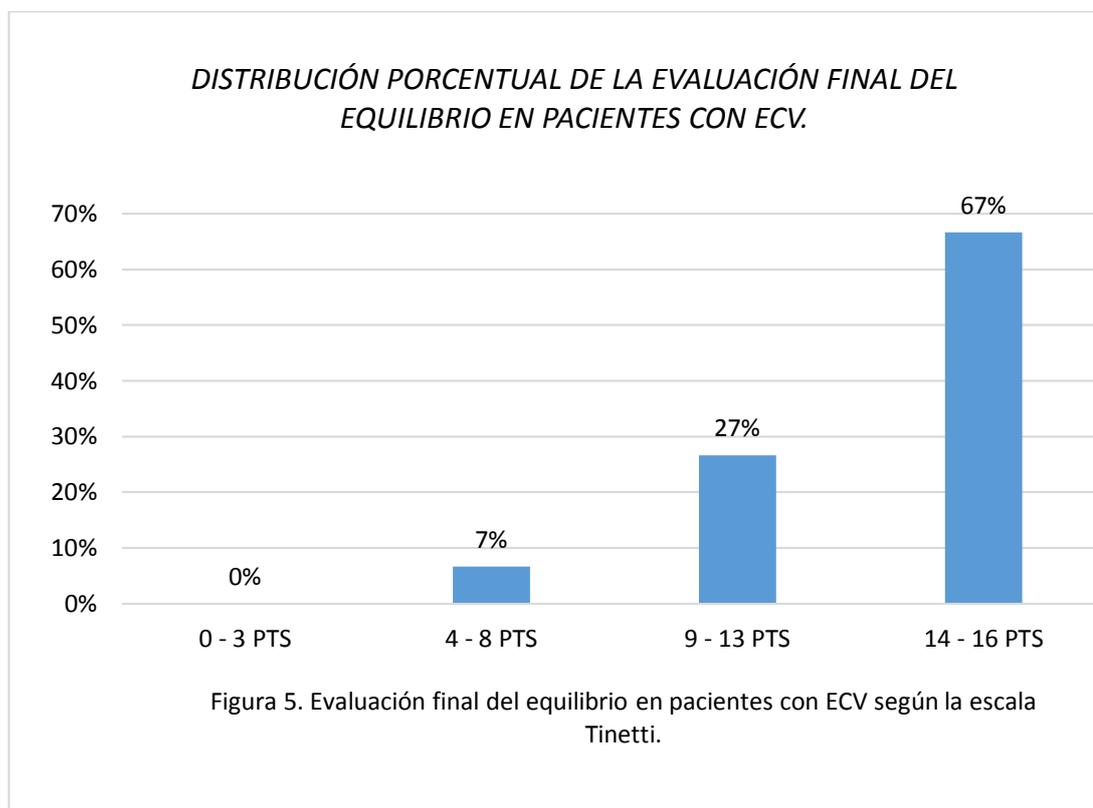
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la aplicación de la escala se evidencia en la Figura 3, que un 10% de los pacientes presentan una puntuación de 0 – 3pts lo que representa dependencia, un 50% presenta una puntuación de 4-8pts lo que manifiesta que mantienen equilibrio en sedestación, un 33% con una puntuación de 9 -13pts equilibrio en bipedestación y un 7% presenta equilibrio dinámico, por lo tanto, se determina que existe un alto porcentaje de pacientes con equilibrio en sedestación en la evaluación inicial.

**Figura 4. Distribución porcentual de la evaluación intermedia del equilibrio en pacientes con ECV.**



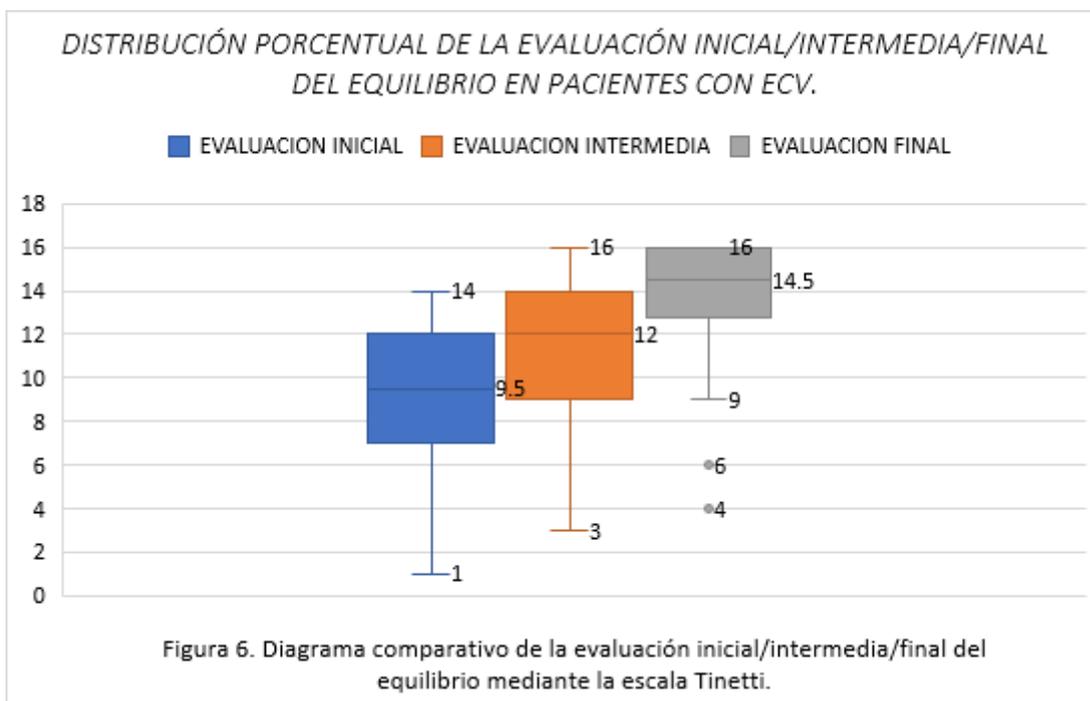
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la evaluación intermedia, según lo representado en la Figura 4, se evidencia que un 3% de los pacientes con puntuación de 0 – 3pts presentan dependencia, un 17% con una puntuación de 4 – 8pts mantiene equilibrio en sedestación, un 57% con puntuación de 9 a 13pts presenta equilibrio en bipedestación y un 23% alcanzando una puntuación de 14 – 16pts presenta equilibrio dinámico.

**Figura 5. Distribución porcentual de la evaluación final del equilibrio en pacientes con ECV.**



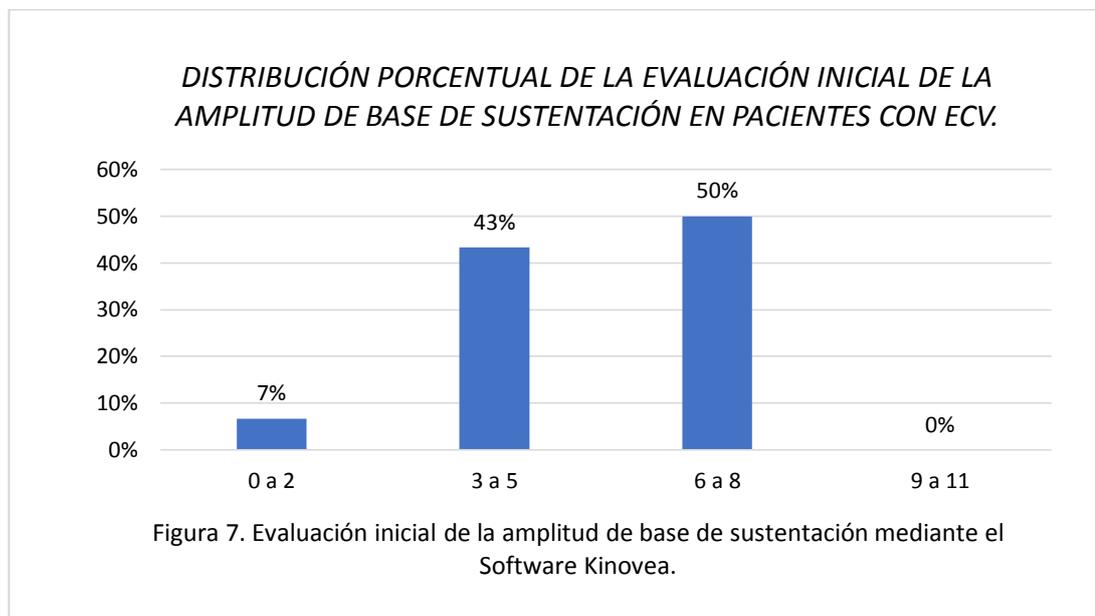
**Análisis e interpretación:** De acuerdo con la evaluación final, según lo representado en la Figura 5, se evidencia que ningún paciente presenta puntuación de 0 – 3pts, es decir, ningún paciente es dependiente, un 7% de ellos con una puntuación de 4 – 8pts, tiene equilibrio en sedestación, un 27% con una puntuación de 8 – 11pts mantiene equilibrio en bipedestación y un 67% alcanzó una puntuación de 12 – 15pts en equilibrio dinámico. Por lo tanto, se determina que hubo mejoras en el equilibrio, logrando que 20 pacientes de la muestra poblacional alcancen la puntuación más alta de equilibrio.

**Figura 6. Distribución porcentual de la evaluación inicial/intermedia/final del equilibrio en pacientes con ECV.**



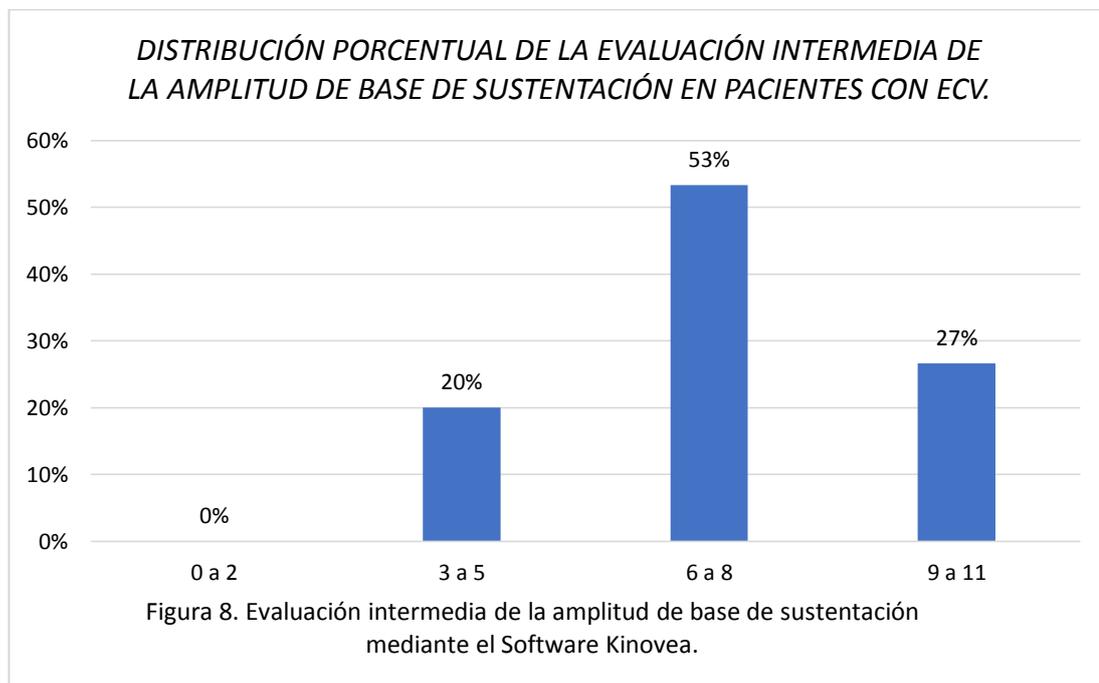
**Análisis e interpretación:** En el diagrama comparativo de la evaluación inicial, intermedia y final del equilibrio, se pudo demostrar que el porcentaje de equilibrio mejoro en cada evaluación. Siendo así, que en la primera evaluación la mediana se representó en un 9.5/16, en la segunda evaluación la mediana fue de 12/16 y en la última evaluación la mediana ascendió a un 14,5/16 lo que demuestra que la mayor parte de la muestra poblacional logro un equilibrio dinámico.

**Figura 7. Distribución porcentual de la evaluación inicial de la amplitud de base de sustentación en pacientes con ECV.**



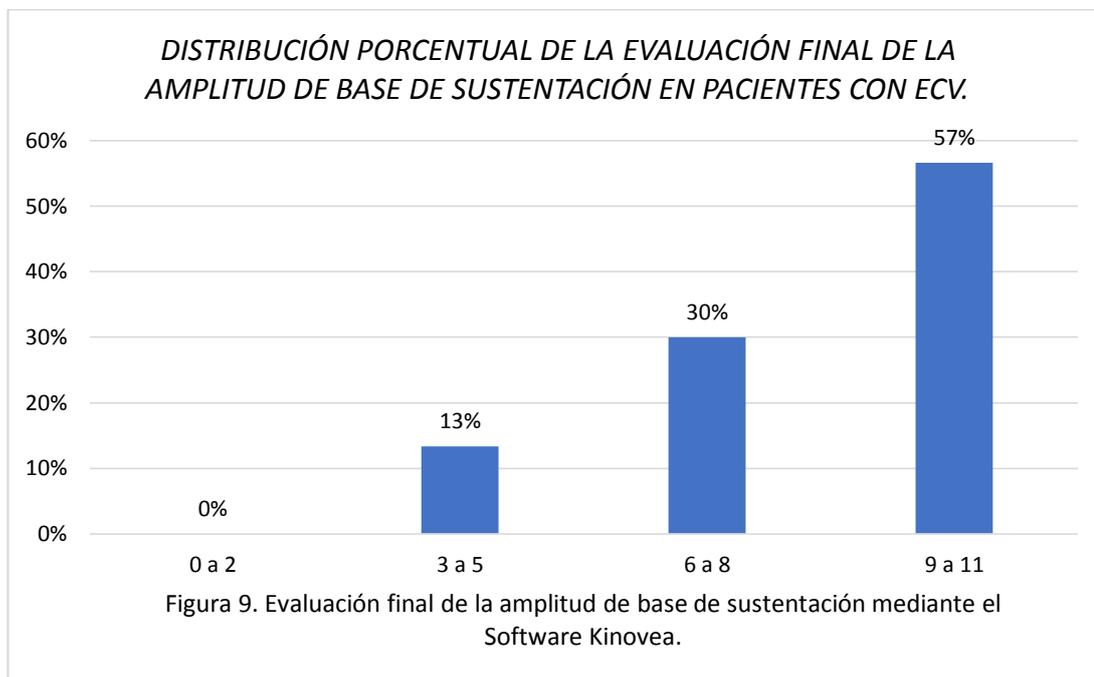
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la aplicación de la escala se evidencia en la Figura 7, que un 7% de los pacientes presentan una puntuación de 0 a 2pts lo que representa una base de sustentación inestable, un 43% presenta una puntuación de 3 a 5pts lo que manifiesta una base de sustentación estable con gran apoyo y un 50% con una puntuación de 6 a 8pts siendo la más alta, representa que de los 30 pacientes la mitad de la muestra poblacional tiene una base sustentación estable con mínimo apoyo, por lo tanto, se determina que existe un alto porcentaje de pacientes con una base de sustentación estable con mínimo apoyo en la evaluación inicial.

**Figura 8. Distribución porcentual de la evaluación intermedia de la amplitud de base de sustentación en pacientes con ECV.**



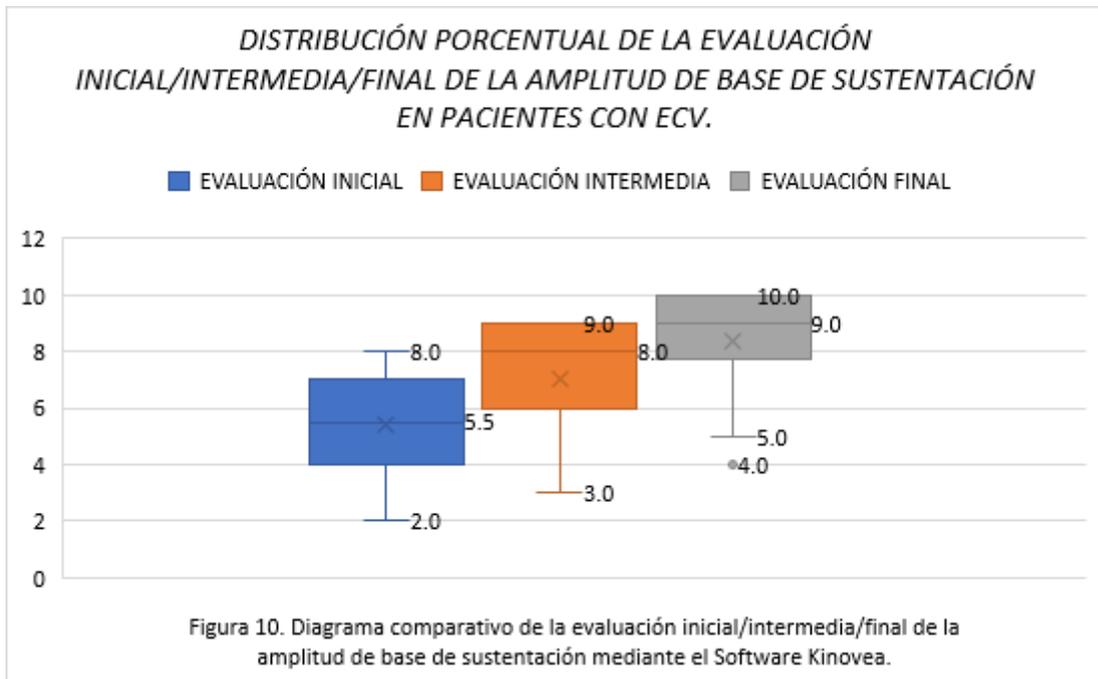
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la evaluación intermedia, según lo representado en la Figura 8, se evidencia que ningún paciente obtuvo puntuación de 0 a 2pts, lo que representan que no hubo pacientes con base de sustentación inestable; un 17% obtuvo una puntuación de 3 a 5pts lo que representa una base de sustentación estable con gran apoyo, un 53% alcanzo una puntuación de 6 a 8pts lo que más de la mitad de la muestra poblacional logro una base de sustentación estable con mínimo apoyo y un 27% con puntuación de 9 a 11pts logro una base de sustentación estable sin apoyo.

**Figura 9. Distribución porcentual de la evaluación final de la amplitud de base de sustentación en pacientes con ECV.**



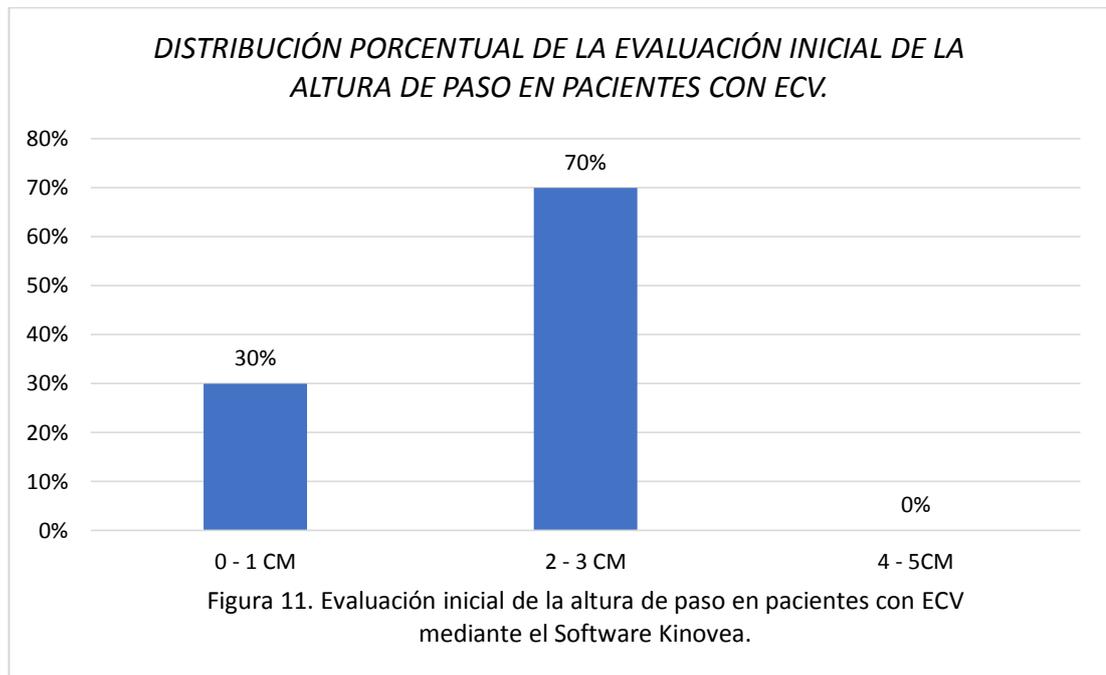
**Análisis e interpretación:** De acuerdo con la evaluación final, según lo representado en la Figura 9, se evidencia que ningún paciente presenta puntuación de 0 a 2pts, es decir, ningún paciente tiene base de sustentación inestable, un 13% de ellos con una puntuación de 3 a 5pts, tiene una base de sustentación estable con gran apoyo, un 30% con una puntuación de 6 a 8pts mantiene una base de sustentación estable con mínimo apoyo y un 57% alcanzó una puntuación de 9 a 11pts lo que representa una base de sustentación estable sin apoyo. Por lo tanto, se determina que más de la mitad de la muestra poblacional alcanzó la puntuación más alta en la amplitud de base de sustentación.

**Figura 10. Distribución porcentual de la evaluación inicial/intermedia/final de la amplitud de base de sustentación en pacientes con ECV.**



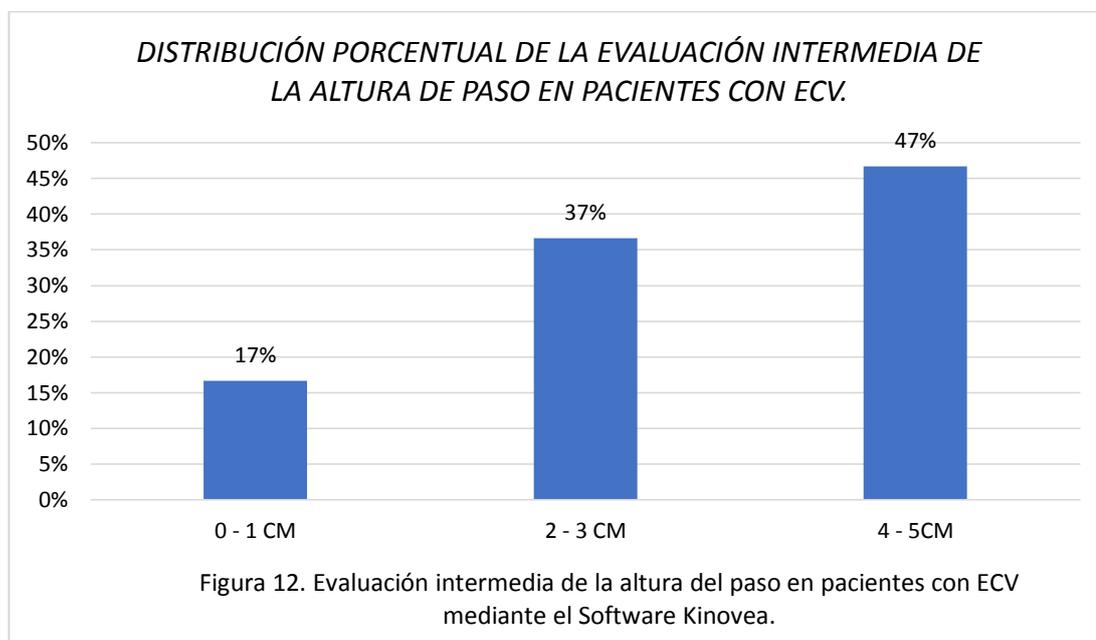
**Análisis e interpretación:** En el diagrama comparativo de la evaluación inicial, intermedia y final de la amplitud de base de sustentación, se pudo demostrar que la base de sustentación mejoró en cada evaluación. Siendo así, que en la primera evaluación la mediana se representó en un 5.5/10, en la segunda evaluación la mediana fue de 8/10 y en la última evaluación la mediana ascendió a un 9/10 lo que demuestra que la mayor parte de la muestra poblacional logro una amplitud de base de sustentación estable sin apoyo.

**Figura 11. Distribución porcentual de la evaluación inicial de la altura del paso en pacientes con ECV.**



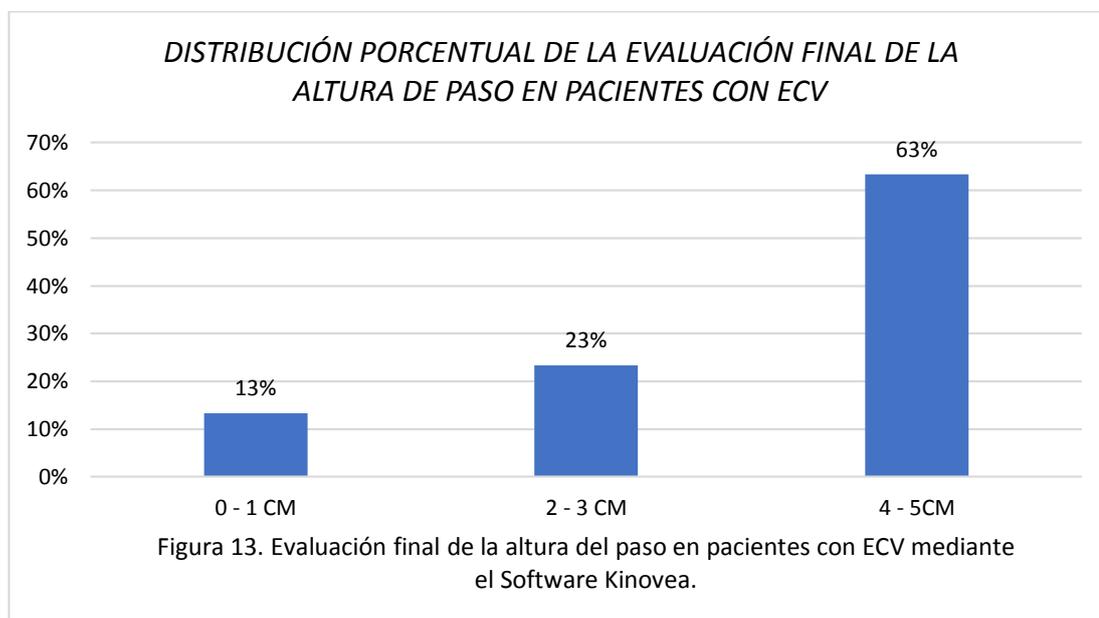
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la aplicación de la escala se evidencia en la Figura 11, que un 30% con una puntuación de 0 – 1cm representa una altura de paso disminuida y un 70% con puntuación de 2 – 3cm representa una altura de paso media, lo que demuestra que, de los 30 pacientes de la muestra poblacional, existe un alto porcentaje de pacientes con una altura de paso media en la evaluación inicial.

**Figura 12. Distribución porcentual de la evaluación intermedia de la altura del paso en pacientes con ECV.**



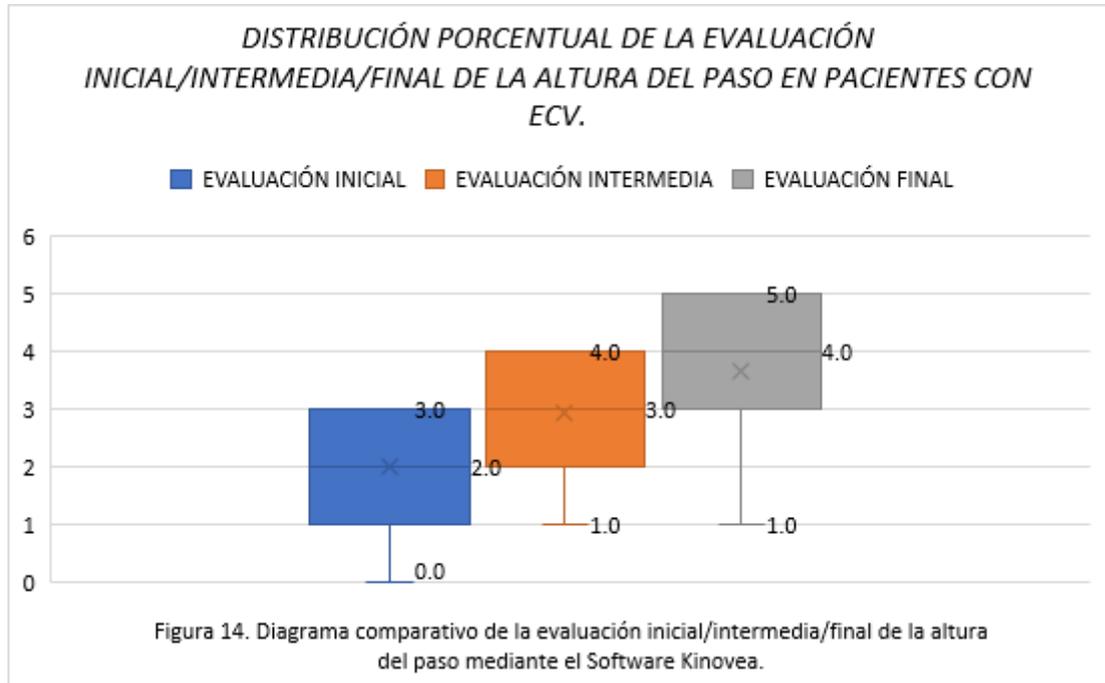
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la evaluación intermedia, según la distribución porcentual en la Figura 12, se evidencia que el 17% obtuvo una puntuación de 0 – 1cm, lo que representa una altura de paso disminuida, el 37% alcanzó una puntuación de 2 – 3cm, lo que representa una altura de paso media y un 47% siendo el porcentaje más alto, obtuvo una puntuación de 4 – 5cm, lo que demuestra que estos pacientes alcanzaron una altura de paso normal.

**Figura 13. Distribución porcentual de la evaluación final de la altura del paso en pacientes con ECV.**



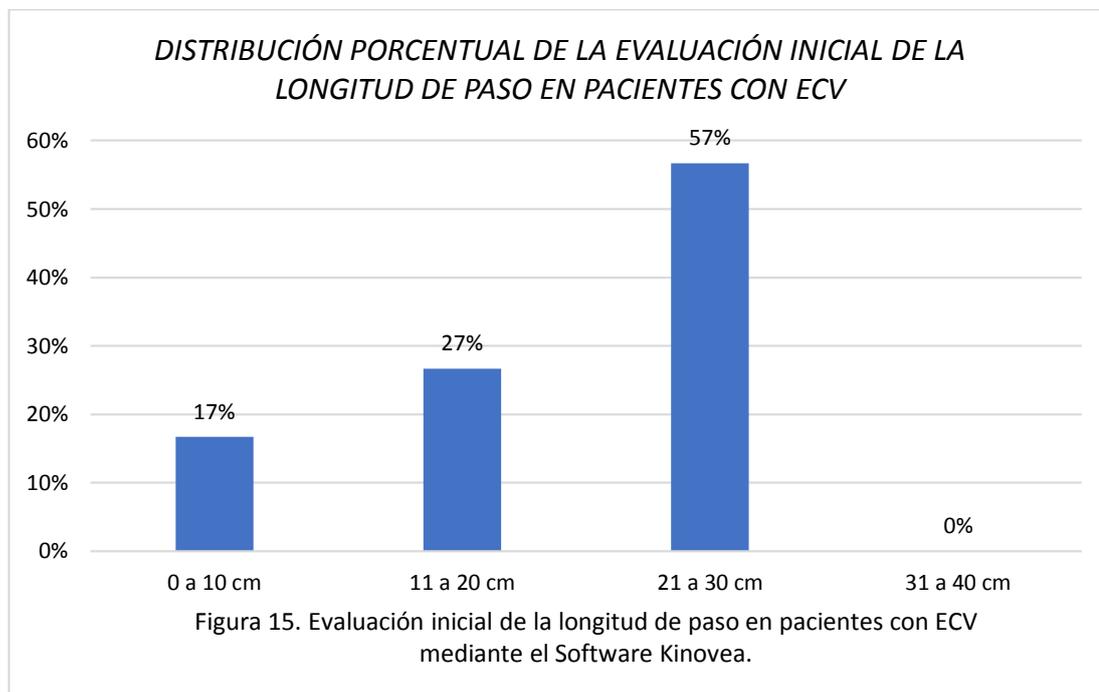
**Análisis e interpretación:** De acuerdo con la evaluación final, según lo representado en la Figura 13, se evidencia que el 13%, con una puntuación de 0 – 1cm, obtuvo una altura de paso disminuida, un 23% de ellos con una puntuación de 2 – 3cm, tuvo una altura de paso media y el 63% con una puntuación de 4 – 5cm, alcanzó una altura de paso normal. Por lo tanto, se determina que más de la mitad de la muestra poblacional alcanzó la puntuación más alta en la altura de paso.

**Figura 14. Distribución porcentual de la evaluación inicial/intermedia/final de la altura de paso en pacientes con ECV.**



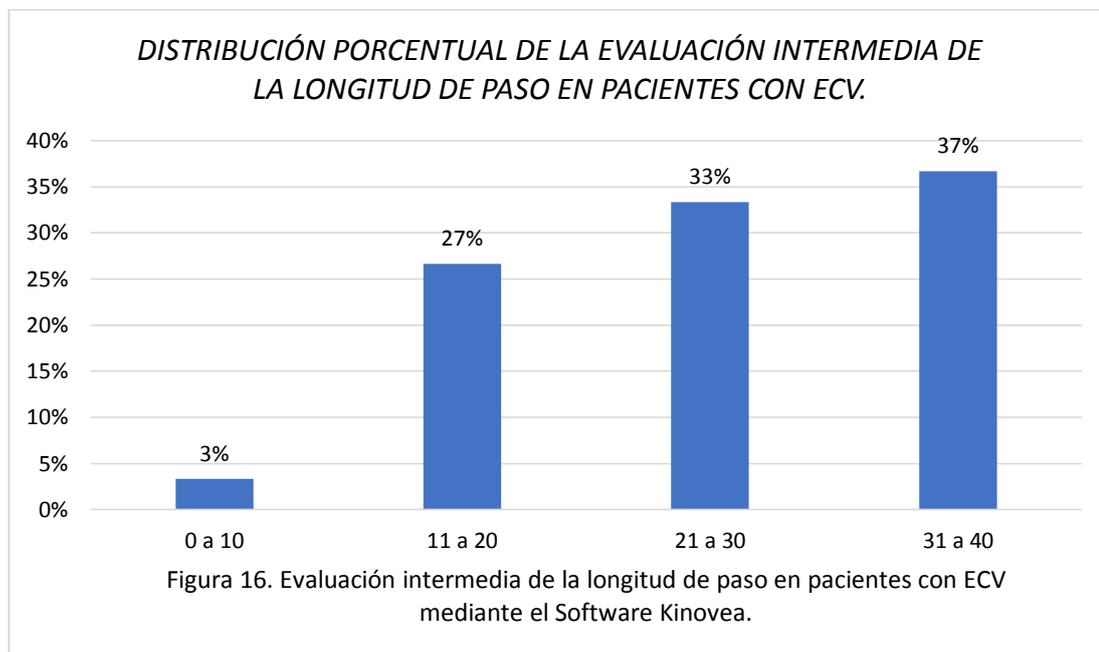
**Análisis e interpretación:** En el diagrama comparativo de la evaluación inicial, intermedia y final de la altura de paso, se pudo demostrar que la altura de paso mejoró en cada evaluación. Siendo así, que en la primera evaluación la mediana se representó en un  $2/5$ , en la segunda evaluación la mediana fue de  $3/5$  y en la última evaluación la mediana ascendió a un  $4/5$ , lo que demuestra que la mayor parte de la muestra poblacional logró una altura de paso normal.

**Figura 15. Distribución porcentual de la evaluación inicial de la longitud de paso en pacientes con ECV.**



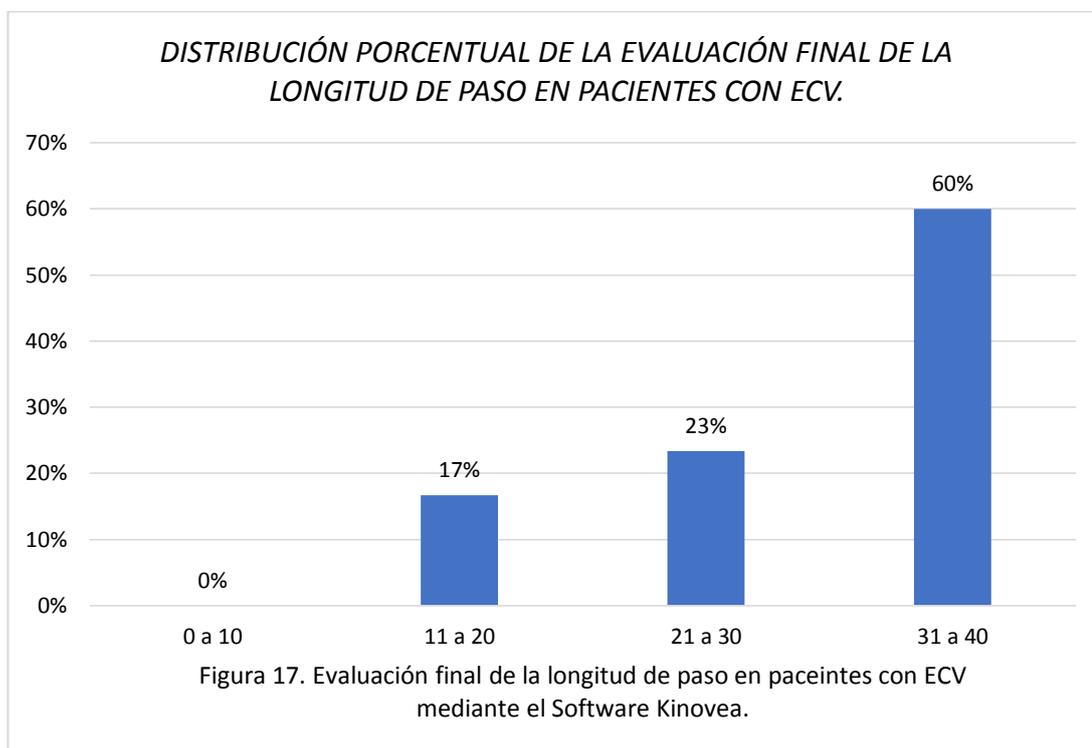
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la aplicación de la escala se evidencia en la Figura 15, que un 17% con una puntuación de 0 – 10cm representa una longitud de paso reducida, un 27% con una puntuación de 11 – 20cm representa una longitud de paso semireducida y un 57% con una puntuación de 21 – 30cm representa una longitud de paso media, lo que demuestra que, de los 30 pacientes de la muestra poblacional, existe un alto porcentaje de pacientes con una longitud de paso media en la evaluación inicial.

**Figura 16. Distribución porcentual de la evaluación intermedia de la longitud de paso en pacientes con ECV.**



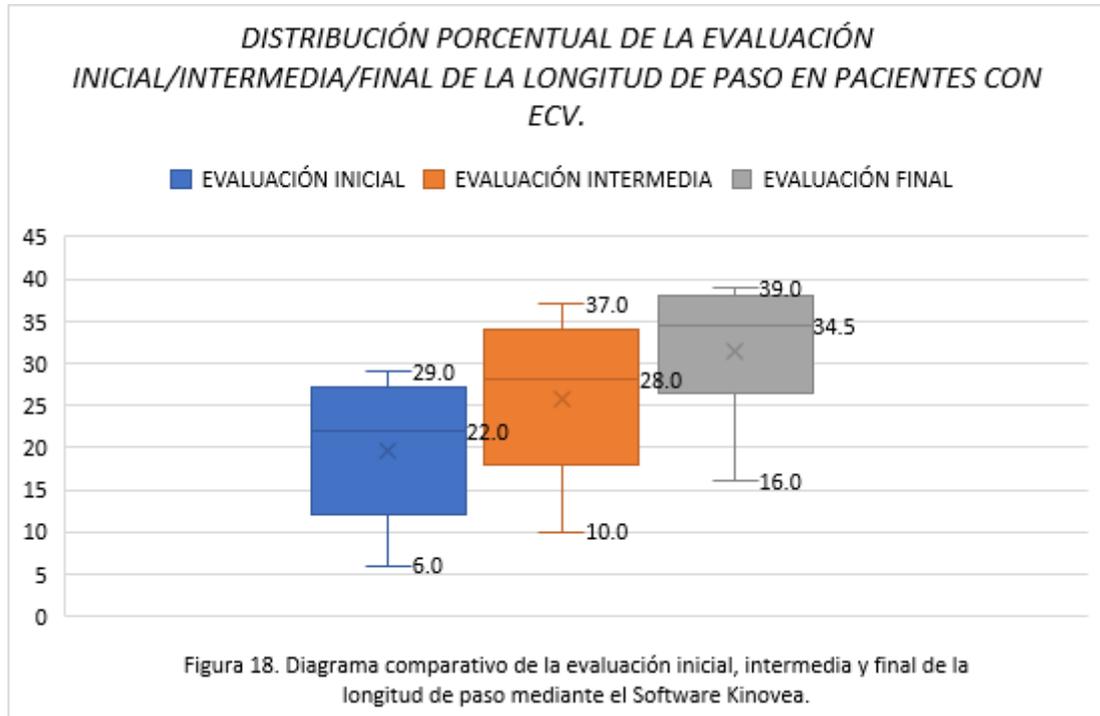
**Análisis e interpretación:** Como resultado de la evaluación intermedia, según la distribución porcentual en la Figura 16, se evidencia que el 3% obtuvo una puntuación de 0 – 10cm, lo que representa una longitud de paso reducida, el 27% alcanzó una puntuación de 11 – 20cm, lo que representa una longitud de paso semireducida, el 33% alcanzó una puntuación de 21 – 30cm, lo que representa una longitud de paso media y un 37% obtuvo una puntuación de 31 – 40cm, lo que representa una longitud de paso completa.

**Figura 17. Distribución porcentual de la evaluación final de la longitud de paso en pacientes con ECV.**



**Análisis e interpretación:** De acuerdo con la evaluación final, según lo representado en la Figura 17, se evidencia que ningún paciente presenta puntuación de 0 – 10 cm, es decir, ningún paciente tiene la longitud de paso reducida, el 17%, con una puntuación de 11– 20cm, obtuvo una longitud de paso semireducida, un 23% de ellos con una puntuación de 21 – 30cm, tuvo una longitud de paso media y el 60% con una puntuación de 31 – 40cm, alcanzó una longitud de paso normal. Por lo tanto, se determina que más de la mitad de la muestra poblacional alcanzó la puntuación más alta en la longitud de paso.

**Figura 18. Distribución porcentual de la evaluación inicial/intermedia/final de la longitud de paso en pacientes con ECV.**



**Análisis e interpretación:** En el diagrama comparativo de la evaluación inicial, intermedia y final de la longitud de paso, se pudo demostrar que la altura de longitud de paso mejoró en cada evaluación. Siendo así, que en la primera evaluación la mediana se representó en un 22/40, en la segunda evaluación la mediana fue de 28/40 y en la última evaluación la mediana ascendió a un 34.5/40, lo que demuestra que la mayor parte de la muestra poblacional logro una longitud de paso normal.

## 9. Conclusiones

1. A partir de las evaluaciones iniciales realizadas mediante la escala Tinetti y el software Kinovea, se evidencia que existe alteraciones en el equilibrio, con mayor predominio en el equilibrio dinámico, ya que la mayoría de los pacientes lograban mayor puntuación en el equilibrio en sedestación. Las evaluaciones iniciales realizadas con el software Kinovea, dan como resultado que la mayoría de los pacientes presentan alteraciones en la biomecánica de la marcha, tales como: alteraciones en la amplitud de base de sustentación, longitud de paso y altura de paso.
2. Los ejercicios aplicados en el proyecto han sido basados en el conocimiento de las alteraciones neurofisiológicas presente en la ECV, según las necesidades encontradas desde las primeras evaluaciones, se estableció un protocolo enfocado en el entrenamiento funcional de la marcha y el equilibrio.
3. Una vez realizados los ejercicios se reevaluó a los pacientes y se concluye que presentaron una gran mejoría, tanto en los parámetros de la marcha como amplitud de base de sustentación, longitud de paso, altura de paso y en el equilibrio.
4. La propuesta metodología es una guía de ejercicios propioceptivos guiados con puntero laser en pacientes con ECV, el cual ha sido diseñado en base a los parámetros de alteraciones de la biomecánica de la marcha y el equilibrio, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

## **10. Recomendaciones**

1. Se recomienda la aplicación del programa utilizando como método de evaluación el software Kinovea y la escala Tinetti, en los pacientes con ECV en la etapa relativa, la finalidad es determinar los indicadores que se presentan en la población.
2. Se debe continuar con el programa de ejercicios propioceptivos guiados con puntero laser, ya que mediante revisiones bibliográficas los resultados a largo plazo son más beneficiosos y favorables para los pacientes.
3. Se recomienda el uso de los ejercicios como método complementario al tratamiento fisioterapéutico convencional, su aplicación debe ser en la etapa final del proceso, ya que son dirigidos a recuperar la función de la marcha.
4. Realizar monitoreos periódicos mediante el software Kinovea y la escala Tinetti, para ir midiendo las mejorías que se producen en los pacientes.

## **11. Presentación de Propuesta de Investigación**

### **11.1 Tema de Propuesta**

Guía de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser a pacientes con ECV que acuden al área de fisioterapia en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo para el entrenamiento funcional de la marcha.

### **11.2 Objetivos**

#### ***11.2.1 Objetivo general***

Aplicar los ejercicios propioceptivos guiados con láser en pacientes con ECV que acuden al área de fisioterapia en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo para el entrenamiento funcional de la marcha.

#### ***11.2.1 Objetivos específicos***

- Mejorar el grado de atención y coordinación óculomotora, mediante la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con láser.
- Mejorar el equilibrio mediante la activación de grupos musculares estimulando las vías somatosensitivas y somatomotoras.
- Reeducar la marcha en superficies estables e inestables.

### **11.3 Guía**

#### ***11.3.1 Ejercicios propioceptivos guiados con láser para pacientes con ECV con alteración funcional de la marcha.***

**Duración:** 2 meses

**Sesiones:** 24 sesiones

**Frecuencia:** 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes)

#### **Estructura del programa:**

**ETAPA I:** Valoración inicial de los pacientes

**ETAPA II:** Ejecución del programa

**ETAPA III:** Evaluación final de los pacientes

**ETAPA IV:** Análisis de los resultados

### 11.3.2 Estructuración del primer mes de rehabilitación

Primera y segunda sesión	Tercera y cuarta sesión	Quinta y sexta sesión
<p>Sedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, enfocar hacia un objetivo y mantener durante 5seg.</li> </ul>	<p>Sedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil – Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la rodilla, enfocar hacia un objetivo provocando la flexión – extensión de rodilla.</li> <li>• Láser colocado en la rodilla, enfocar hacia un objetivo provocando flexión plantar o dorsiflexion, según lo demande la actividad.</li> </ul>	<p>Sedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la rodilla, el pie se encuentra colocado sobre el disco vestibular, se realiza presión sostenida durante 5 seg, y luego enfocar hacia el objetivo indicado.</li> </ul>
<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser colocado en la cabeza, enfocar hacia un objetivo y mantener durante 5seg.</li> </ul>	<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, con la mira enfocada hacia el objetivo establecido, dar un paso hacia adelante, con la extremidad inferior del lado afecto, sostener 5 seg y regresar a posición inicial.</li> </ul>	<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, con la mira enfocada hacia el objetivo establecido, elevar el pie del lado afecto hasta asentarlo sobre el disco vestibular, mantener 5 segundos y volver a la posición inicial.</li> </ul>

<p>Marcha</p> <p>Duración: 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caminata normal en superficie estable</li> </ul>	<p>Marcha</p> <p>Duración: 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, caminar sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</li> </ul>	<p>Marcha</p> <p>Duración: 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, caminar sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</li> </ul>
--	--	--

Séptima y octava sesión	Novena y décima sesión	Onceava y doceava sesión
<p>Sedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la rodilla, despegar el pie del suelo, enfocar hacia el objetivo y mantener la pierna sostenida.</li> </ul>	<p>Sedestación</p> <p>Duración: 4 series / 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser colocado en la rodilla, con el pie sobre el disco vestibular y 3 conos en frente, mantener presión sobre el disco 5 seg, luego con la punta de los pies tocar el cono que se le indique y finalizar apuntando con el láser el objeto indicado.</li> </ul>	<p>Sedestación</p> <p>Duración: 5 series / 4 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser colocado en la rodilla, con el pie sobre el disco vestibular y 3 conos en frente, mantener presión sobre el disco 5 seg, luego con la punta de los pies tocar el cono que se le indique y finalizar apuntando con el láser el objeto indicado.</li> </ul>
<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p>	<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 3 repeticiones</p>	<p>Bipedestación</p> <p>Duración: 3 series / 4 repeticiones</p>

<p>Intensidad: Media – Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el láser colocado en la rodilla, elevar el pie y apuntar hacia el objetivo indicado.</li> <li>• Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y mantener el equilibrio mientras se enfoca el objetivo indicado.</li> </ul>	<p>Intensidad: Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el láser colocado en la rodilla, elevar el pie y apuntar hacia el objetivo indicado y mantener 5 seg.</li> <li>• Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y mantener el equilibrio mientras se enfoca el objetivo indicado.</li> </ul>	<p>Intensidad: Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y mantener el equilibrio unipodal mientras se enfoca el objetivo indicado.</li> <li>• Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y dirigir la pierna afecta al cono que se le indique mientras se enfoca el láser hacia un objetivo.</li> </ul>
<p>Marcha</p> <p>Duración: 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media – Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marchar en superficie estable sin láser</li> <li>• Láser colocado en la cabeza, caminar hacia adelante y en reversa sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo</li> </ul>	<p>Marcha</p> <p>Duración: 3 a 4 repeticiones</p> <p>Intensidad: Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, caminar hacia adelante y en reversa sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</li> <li>• Caminar sobre la colchoneta, enfocando la mira laser hacia el objetivo indicado.</li> </ul>	<p>Marcha</p> <p>Duración: 4 repeticiones</p> <p>Intensidad: Dificil</p> <p>Ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser colocado en la cabeza, caminar hacia adelante y en reversa sobre la colchoneta sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</li> <li>• Subir escaleras</li> </ul>

## BIBLIOGRAFIA

Accidente cerebrovascular: Esperanza en la investigación : National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). (s. f.). Recuperado 5 de febrero de 2019, de [https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/accidente\\_cerebrovascular.htm#Introduction](https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/accidente_cerebrovascular.htm#Introduction)

Aguilera Delgado, F. P. (2016). *Prevalencia de secuelas neurológicas crónicas y complicaciones en pacientes con accidente cerebrovascular en la emergencia del Hospital Teodoro Maldonado Carbo en el período enero 2014 - enero 2015.*

Aldatz, F. B., Maldonado, L. D., Ruiz, M. L., & Narváez, A. O. (2018). *Neurología elemental.* Recuperado de [https://nls.idls.org.uk/welcome.html?ark:/81055/vdc\\_100049405976.0x000001](https://nls.idls.org.uk/welcome.html?ark:/81055/vdc_100049405976.0x000001)

Argente, H. A., Álvarez, M. E., & Aguilar, G. H. (2014). *Semiología médica fisiopatología, semiotecnia y propedéutica: enseñanza-aprendizaje centrada en la persona.*

Bisbe Gutiérrez, M., Santoyo Medina, C., & Segarra Vidal, V. (2014). *Fisioterapia en neurología: procedimientos para restablecer la capacidad funcional.* Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Cano-de-la-Cuerda, R., Molero-Sánchez, A., Carratalá-Tejada, M., Alguacil-Diego, I. M., Molina-Rueda, F., Miangolarra-Page, J. C., & Torricelli, D. (2015). Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurología*, 30(1), 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.12.010>

- Caplan, L. R. (Ed.). (2017). *Primer on cerebrovascular diseases* (Second edition). London: Elsevier, Academic Press.
- Carrera, M., & Gonzalez, C. (2015). *Valorar la independencia funcional con la escala FIM en los pacientes con accidente cerebrovascular*. Recuperado de <https://docplayer.es/23241931-Universidad-de-cuenca-facultad-de-ciencias-medicas-escuela-de-tecnologia-medica-terapia-fisica.html>
- Cash, J., & Downie, P. A. (1989). *Neurología para fisioterapeutas [de] Cash*. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana.
- Chang, E., & Johnson, A. (2017). *Living with Chronic Illness and Disability - EBook: Principles for Nursing Practice*. Philadelphia: Elsevier. Recuperado de <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5322476>
- Dufour, M., Pillu, M., Langlois, K., & Valle Acedo, S. del. (2018). *Biomecánica funcional: miembros, cabeza, tronco*. Barcelona: Elsevier.
- Fuller, G. (2014). *Exploración neurológica fácil*. Spain: Elsevier Health Sciences.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed). México, D.F: McGraw-Hill.
- Misulis, K. E., Head, T. C., & Netter, F. H. (2008). *Neurología esencial*. Barcelona: Elsevier Masson.
- Norrving, B. (2014). *Oxford Textbook of Stroke and Cerebrovascular Disease*. Oxford University Press.

- Núñez-González, S., Duplat, A., & Simancas, D. (s. f.). Mortality due to cerebrovascular diseases in Ecuador 2001- 2015: a trend study, application of the joinpoint regression model., 7.
- Organizacion Mundial de la Salud.* (2018). (Accidente Cerebrovascular). Recuperado de [https://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/es/](https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/es/)
- Rodriguez, C., & Lugo, H. (2014). Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-reumatologia-374-pdf-S0121812312700178>
- Rodríguez Fernández, A. I. (2014). Eficacia de la utilización de estímulos externos durante el entrenamiento de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/6315>
- Seshadri, S., & Debette, S. (2015). *Risk Factors for Cerebrovascular Disease and Stroke*. Oxford University Press.
- Simon, R. P., Aminoff, M. J., & Greenberg, D. A. (2015). *Neurología clínica*. México D.F., etc.: McGraw-Hill.
- Stokes, M., & Stack, E. (2014). *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica*. Recuperado de <http://alltitles.ebrary.com/Doc?id=11043130>
- Tinoco, A. (2014). Software Kinovea. *Wiki Nuevas Tecnologías en el Ámbito Sanitario*. Recuperado de <http://es.nntt-uma.wikia.com/wiki/Kinovea>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2015). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Waxman, S. G., Olivares Bari, S. M., & Padilla Sierra, G. E. (2011).

*Neuroanatomía clínica*. México [etc.: McGrawHill.

Zarranz, J. J. (2018). *Neurología*.

# ANEXOS

## ANEXO 1



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

### HISTORIA CLÍNICA DEL ADULTO

Responsable:

Lugar Prácticas:

Fecha de Elaboración:

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN

##### ANAMNESIS

Nombre y Apellido:

Lugar/ Fecha de Nacimiento:

Estado Civil:

Teléfono:

Edad:

N ° Hijos:

HC:

#### ANTECEDENTES DEL PACIENTE

##### ANTECEDENTES PATOLOGICOS PERSONALES

Cardiopatía Isquémica ( )

Hipertensión arterial ( )

Diabetes ( )

Fibrilación

Auricular ( )

Dislipidemia ( )

Claudicación ( )

ECV ( )

Neoplasia ( )

Otro: \_\_\_\_\_

Hábitos Tóxicos: Tabaquismo ( ) Alcohol: ( ) Drogas: ( ) Especificar: \_\_\_\_\_

ALERGIA A: \_\_\_\_\_

##### ANTECEDENTES PATOLOGICOS FAMILIARES

Cardiopatía Isquémica ( )

Hipertensión arterial ( )

Diabetes ( )

Fibrilación

Auricular ( )

Dislipidemia ( )

Claudicación ( )

ECV ( )

Neoplasia ( )

Otro: \_\_\_\_\_

##### ANTECEDENTES QUIRÚRGICOS PERSONALES

Intervenciones quirúrgicas: \_\_\_\_\_

Fecha y tipo de intervención: \_\_\_\_\_

Implantes: \_\_\_\_\_

##### ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

El paciente es fumador: \_\_\_\_\_

Número de cigarrillos: \_\_\_\_\_

El paciente es ex-fumador: \_\_\_\_\_

Número de cigarrillos/día: \_\_\_\_\_

El paciente es bebedor habitual: \_\_\_\_\_

Durante días/semana: \_\_\_\_\_

Realiza ejercicio: \_\_\_\_\_

Durante días/semana: \_\_\_\_\_

Coordinación de Pasantías (2010). Carrera de Terapia Física, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.

## ANEXO 2

### ESCALA DE TINETTI

Nombre de paciente:

Edad:

Instrucciones: El paciente está sentado en una silla dura sin apoyabrazos. Se realizan las siguientes maniobras:

▪ <b>Equilibrio sentado</b>	
— Se inclina o se desliza en la silla.....	=0
— Se mantiene seguro.....	=1
▪ <b>Levantarse</b>	
— Imposible sin ayuda.....	=0
— Capaz, pero usa los brazos para ayudarse.....	=1
— Capaz sin usar los brazos.....	=2
▪ <b>Intentos para levantarse</b>	
— Incapaz sin ayuda.....	=0
— Capaz, pero necesita más de un intento.....	=1
— Capaz de levantarse con sólo un intento.....	=2
▪ <b>Equilibrio en bipedestación inmediata (los primeros 5 segundos)</b>	
— Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco.....	=0
— <u>Estable</u> pero usa el andador, bastón o se agarra a otro objeto para mantenerse....	=1
— Estable sin andador, bastón u otros soportes.....	=2
▪ <b>Equilibrio en bipedestación</b>	
— Inestable.....	=0
— Estable, pero con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) .....	=1
o un bastón u otro soporte .....	=2
▪ <b>Empujar (el paciente en bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible). El examinador empuja suavemente en el esternón del paciente con la palma de la mano, tres veces.</b>	
— Empieza a caerse.....	=0
— Se tambalea, se agarra, pero se mantiene.....	=1
— Estable.....	=2
▪ <b>Ojos cerrados (en la posición de 6)</b>	
— Inestable.....	=0
— Estable.....	=1
▪ <b>Vuelta de 360 grados</b>	
— Pasos discontinuos.....	=0
— Continuos.....	=1
— Inestable (se tambalea, se agarra) .....	=0
— Estable.....	=1
▪ <b>Sentarse</b>	
— Inseguro, calcula mal la distancia, cae en la silla.....	=0
— Usa los brazos o el movimiento es brusco.....	=1
— Seguro, movimiento suave.....	=2

PUNTUACIÓN EQUILIBRIO: TOTAL 16

Rodríguez & Lugo (2014). Escala observacional que permite evaluar el equilibrio.

### ANEXO 3

#### Evidencia fotográfica del desarrollo de la investigación.



**Foto 1.** Recolección de datos mediante historia clínica.



**Foto 2.** Ejercicios en sedestación con láser colocado en la rodilla enfocando un objetivo.



**Foto 3.** Ejercicios en sedestación con láser colocado en la rodilla enfocando un objetivo y con el pie sobre el disco vestibular y 3 conos en frente.



**Foto 4.** Ejercicios en sedestación con láser colocado en la cabeza enfocando un objetivo.



**Foto 5.** Ejercicios en bipedestación con láser colocado en la cabeza enfocando un objetivo.



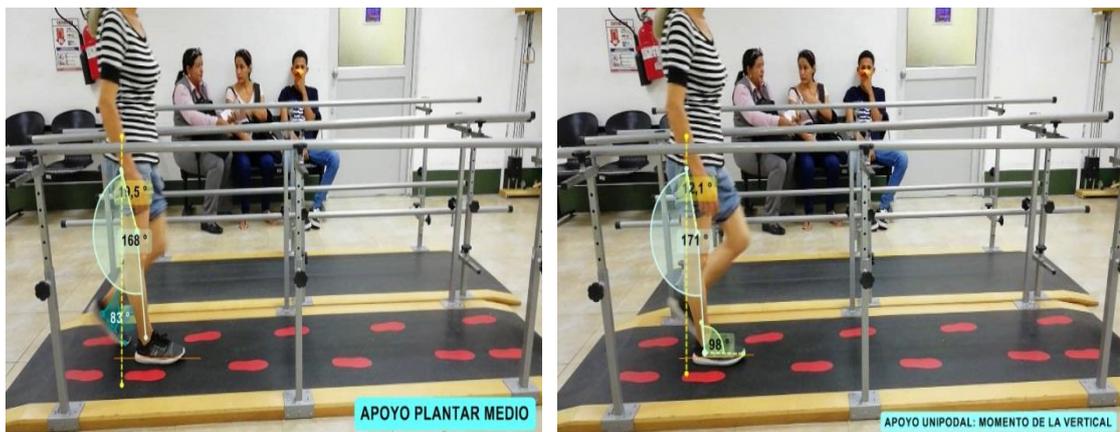
**Foto 6.** Ejercicios en bipedestación con láser colocado en la cabeza enfocando un objetivo con elevación del pie afecto al disco vestibular.



**Foto 7.** Ejercicios en bipedestación con láser colocado en la cabeza enfocando un objetivo pararse sobre una colchoneta.



**Foto 8.** Análisis de la biomecánica de la marcha en la base de apoyo, mediante el software Kinovea.



**Foto 9.** Análisis de la biomecánica de la marcha en la base de apoyo plantar medio y apoyo unipodal, mediante el software Kinovea.



**Foto 10.** Análisis de la biomecánica de la marcha en la base de balanceo, mediante el software Kinovea.



# GUÍA DE EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS GUIADOS POR LÁSER

**APLICADOS EN PACIENTES CON ECV**

**AUTORES:  
DE LA CRUZ MUÑOZ XIMENA  
UPIACHIHUA NARANJO RODOLFO**

Los ejercicios propioceptivos guiados por láser están diseñados para el entrenamiento funcional de la marcha en pacientes con ECV, deben ser implementados bajo la supervisión de un fisioterapeuta.

Están diseñados en 3 fases diferentes y con modalidades de dificultad, que el fisioterapeuta debe ir

## PRIMERA FASE / EJERCICIOS EN SEDESTACIÓN

### EQUILIBRIO DE TRONCO EN SEDESTACIÓN

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Paciente sentado a 2m de distancia en relación con la pared, colocar el láser en la cabeza, e indicarle mediante órdenes verbales enfocar hacia un objetivo y mantener durante 5seg.</b></p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones Intensidad: Fácil</p>	<p>Control postural de cabeza y tronco. Equilibrio en sedestación. Activación de la musculatura paravertebral</p>	<p>Indicar al paciente, la ejecución del ejercicio y los beneficios que se obtendrá con la aplicación de los mismos.</p>

## ACTIVACIÓN FLEXO/EXTENSORA DE MMII

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Láser colocado en la rodilla, enfocar hacia un objetivo provocando la flexión – extensión de rodilla.</b></p> <p><b>Láser colocado en la rodilla, enfocar hacia un objetivo provocando flexión plantar o dorsiflexión, según lo demande la actividad.</b></p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil – Media</p>	<p>Activación de los músculos extensores de la pierna.</p> <p>Activación de los músculos flexores de la pierna.</p> <p>Activación de los músculos gemelos y tibial anterior.</p>	<p>En las primeras etapas del ejercicio, el paciente necesitara la ayuda del fisioterapeuta, para realizar el movimiento y coordinar la dirección del láser con el objetivo indicado.</p>

## ESTABILIDAD Y COORDINACIÓN EN MMII

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Láser colocado en la rodilla, el pie se encuentra colocado sobre el disco vestibular, se realiza presión sostenida durante 5 seg, y luego enfocar hacia el objetivo indicado.</b></p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p>	<p>Activación de los músculos estabilizadores de rodilla y tobillo.</p> <p>Activación de los músculos flexores de la cadera.</p> <p>Activación del área propioceptiva.</p>	<p>Al momento de realizar la presión del miembro afecto sobre el disco vestibular, tomar en cuenta la alineación del tobillo. Brindar apoyo en el movimiento sostenido al guiar el láser.</p>

## ACTIVACIÓN DE LOS FLEXORES DE CADERA

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Láser colocado en la rodilla, despegar el pie del suelo, enfocar hacia el objetivo y mantener la pierna sostenida.</b></p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p>	<p>Activación de los músculos flexores de la cadera.</p> <p>Mejora la coordinación.</p>	<p>Brindar apoyo en el movimiento sostenido.</p>

## EJERCICIOS COORDINADOS DE MMII

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Laser colocado en la rodilla, con el pie sobre el disco vestibular y 3 conos en frente, mantener presión sobre el disco 5 seg, luego con la punta de los pies tocar el cono que se le indique y finalizar apuntando con el láser el objeto indicado.</b></p>	<p>Duración: 4 series / 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p>	<p>Activación de los músculos flexores de la cadera.</p> <p>Activación del área propioceptiva.</p> <p>Mejora la coordinación.</p>	<p>Ubicar los conos a una distancia adecuada, y dar órdenes claras y concisas.</p>

## SEGUNDA FASE / EJERCICIOS EN BIPEDESTACIÓN

### EQUILIBRIO ESTÁTICO EN BIPEDESTACIÓN

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Laser colocado en la cabeza, enfocar hacia un objetivo y mantener durante 5seg.</b></p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Fácil</p>	<p>Activación de los músculos antigravitatorios.</p>	<p>Realizar el ejercicio en una superficie estable, brindar confianza y apoyo al paciente.</p>

## EQUILIBRIO DINÁMICO EN BIPEDESTACIÓN

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
Láser colocado en la cabeza, con la mira enfocada hacia el objetivo establecido, dar un paso hacia adelante, con la extremidad inferior del lado afecto, sostener 5 seg y regresar a posición inicial.	Duración: 3 series / 2 repeticiones  Intensidad: Media	Activación de los músculos antigravitatorios.  Coordinación y equilibrio.  Orientación espacial.	Realizar el ejercicio en una superficie estable, brindar confianza y apoyo al paciente.

## EQUILIBRIO EN APOYO UNIPODAL

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
Láser colocado en la cabeza, con la mira enfocada hacia el objetivo establecido, elevar el pie del lado afecto hasta asentarlo sobre el disco vestibular, mantener 5 segundos y volver a la posición inicial.	Duración: 3 series / 2 repeticiones  Intensidad: Media	Mejora el equilibrio dinámico.  Mejora la coordinación motora.  Brinda mayor estabilidad y seguridad al paciente.	Realizar el ejercicio en una superficie estable, brindar confianza y apoyo al paciente.

## EQUILIBRIO EN APOYO UNIPODAL Y SUPERFICIE

### INESTABLE

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p>Con el láser colocado en la rodilla, elevar el pie y apuntar hacia el objetivo indicado.</p> <p>Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y mantener el equilibrio mientras se enfoca el objetivo indicado.</p>	<p>Duración: 3 series / 2 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media – Difícil</p>	<p>Mejora el equilibrio unipodal (estático y dinámico).</p> <p>Mejora la base de apoyo.</p> <p>Mejor la altura y longitud del paso.</p> <p>Mejor la coordinación y estimula el sistema propioceptivo.</p>	<p>Brindar apoyo y confianza al paciente, ya que el ejercicio requiere de un mayor grado de concentración.</p>

## EQUILIBRIO UNIPODAL DINÁMICO EN SUPERFICIE

### INESTABLE

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p>Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y mantener el equilibrio unipodal mientras se enfoca el objetivo indicado.</p> <p>Con el láser colocado en la cabeza, pararse sobre una colchoneta y dirigir la pierna afecta al cono que se le indique mientras se enfoca el láser hacia un objetivo.</p>	<p>Duración: 3 series / 4 repeticiones</p> <p>Intensidad: Difícil</p>	<p>Mejora el equilibrio unipodal (estático y dinámico).</p> <p>Mejor la coordinación y estimula el sistema propioceptivo.</p>	<p>Brindar apoyo y confianza al paciente, ya que el ejercicio requiere de un mayor grado de concentración.</p>

## TERCERA FASE / MARCHA

### ENTRENAMIENTO FUNCIONAL DE MARCHA EN SUPERFICIE ESTABLE

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Caminata normal en superficie estable.</b></p> <p><b>Láser colocado en la cabeza, caminar sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</b></p>	<p>Duración: 3 repeticiones</p> <p>Intensidad: Media</p>	<p>Mejora la estabilidad, fuerza y dirección del movimiento al realizar la marcha.</p>	<p>El fisioterapeuta debe acompañar al paciente mientras realiza la marcha para guiarlo y prevenir caída, por falta de estabilidad en las primeras sesiones de marcha.</p>

### ENTRENAMIENTO FUNCIONAL DE MARCHA EN SUPERFICIE ESTABLE

INDICACIONES	DURACIÓN	BENEFICIOS	RECOMENDACIÓN
<p><b>Marchar en superficie inestable con láser.</b></p> <p><b>Láser colocado en la cabeza, caminar hacia adelante y en reversa sin quitar el enfoque del láser hacia el objetivo.</b></p> <p><b>Caminar sobre la colchoneta, enfocando la mira laser hacia el objetivo indicado.</b></p> <p><b>Subir y bajar escaleras.</b></p>	<p>Duración: 4 repeticiones</p> <p>Intensidad: Difícil</p>	<p>Mejora la estabilidad, fuerza y dirección del movimiento al realizar la marcha.</p> <p>Entrenamiento multidireccional.</p> <p>Brinda confianza y seguridad al paciente.</p>	<p>El fisioterapeuta debe acompañar al paciente mientras realiza la marcha para guiarlo y prevenir caídas.</p>

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **De La Cruz Muñoz Ximena Estefanía**, con C.C: # **092691631-3** y **Upiachihua Naranjo Rodolfo Enrique** con C.C: # **095382210-3** autores del trabajo de titulación: **Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre de 2018 a febrero de 2019**, previo a la obtención del título de **Licenciados en Terapia Física** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **18 de marzo de 2019**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **De La Cruz Muñoz, Ximena Estefanía**

C.C: **092691631-3**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Upiachihua Naranjo, Rodolfo Enrique**

C.C: **095382210-3**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Eficacia de la aplicación de ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) que asisten al Hospital Teodoro Maldonado Carbo (IEES) en el área de Terapia Física en el periodo de octubre de 2018 a febrero de 2019		
AUTOR(ES)	De La Cruz Muñoz Ximena Estefanía Upiachihua Naranjo Rodolfo Enrique		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Alvarado Alvarado, Haydee María		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias Médicas		
CARRERA:	Terapia Física		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciado en Terapia Física		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de marzo del 2019	No. DE PÁGINAS:	96 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	ECV, Estimulo oculomotor, Ejercicios propioceptivos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Ejercicios propioceptivos; puntero laser; estímulo oculo-motor; equilibrio; marcha; control motor		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):			
<p><b>Introducción:</b> La Enfermedad Cerebro Vascular es el producto de la interrupción del flujo sanguíneo cerebral, la hemiplejía provoca una afectación en la biomecánica de la marcha. <b>Objetivo:</b> Determinar la eficacia de los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor en la respuesta biomecánica de la marcha en pacientes con ECV. <b>Metodología:</b> Experimental misma que pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipule. Deductivo debido a que hay una problemática que será evaluada y probada de manera secuencial con una realidad objetiva. Experimental, porque modifica una realidad manipulando de manera intencional variables. Pre-experimental porque es un diseño de un solo grupo donde el grado de control es mínimo, mediante la evaluación del grupo poblacional al inicio y al final para recolectar datos y demostrar resultados. <b>Resultados:</b> Se evidencia mejoras con un porcentaje final de equilibrio de 67% (Escala Tinetti); un 57% en amplitud de base de sustentación; un 63% en altura de paso y un 60% en longitud de paso sobre un 0% al inicio de las evaluaciones (Kinovea). <b>Conclusión:</b> Los ejercicios propioceptivos guiados con puntero láser como estímulo óculo-motor mejoraron la respuesta biomecánica de las marcha.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-96147-2870 +593-993516968	E-mail: <a href="mailto:ximenadelacruz96@gmail.com">ximenadelacruz96@gmail.com</a> <a href="mailto:reno.u@hotmail.es">reno.u@hotmail.es</a>	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Grijalva Grijalva Isabel Odila		
	Teléfono: +593-999960544		
	E-mail: <a href="mailto:isa_gri_sept@hotmail.com">isa_gri_sept@hotmail.com</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			