

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en terapias y humanidades

“BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DE LA FACILITACIÓN  
NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA EN EL ABORDAJE DE LA  
ENCEFALOPATÍA TRAUMÁTICA CRÓNICA FASE 3 EN  
DEPORTISTAS RETIRADOS DE ALTO IMPACTO”

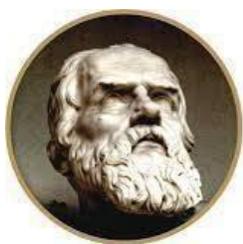


Que Presentan

**Linda Eunice Rosado Barreda**

Ponentes

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2020



*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DE LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA EN EL ABORDAJE DE LA ENCEFALOPATÍA TRAUMÁTICA CRÓNICA FASE 3 EN DEPORTISTAS RETIRADOS DE ALTO IMPACTO

Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presentan

**Linda Eunice Rosado Barreda**

Ponentes

**Lic. Arturo Contreras Amaro**

Director de Tesis

**Dra. Francisca Trujillo Culebro**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2020

## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Linda Eunice Rosado Barreda
Director de Tesis	Lft. Luis Omar Castañeda Cabañas
Asesor Metodológico	Licda Isabel Diaz Saban



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Restauración en la Educación

Guatemala, 24 de septiembre 2022

Estimada alumna:  
**Linda Eunice Rosado Barreda**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 en deportistas retirados de deportes de alto impacto”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Marbella Aracelis  
Reyes Valero  
Secretario

Lic. Flor de María  
Molina Ortiz  
Presidente

Lic. Luis Omar  
Castañeda Cabañas  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2021

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 en deportistas retirados de deportes de alto impacto”** de la alumna: **Linda Eunice Rosado Barreda**.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, la autora y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente

Lic. Luis Omar Castañeda Cabañas  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **Linda Eunice Rosado Barreda** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 en deportistas retirados de deportes de alto impacto”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala

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

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

<b>Nombre del Director:</b> <b>Arturo Contreras Amaro</b>
<b>Nombre del Estudiante:</b> <b>Linda Eunice Rosado Barreda</b>
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> <b>Beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 en deportistas retirados de alto impacto</b>
<b>Fecha de realización:</b> <b>NOVIEMBRE 2021</b>

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

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	x		
2.	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	x		
3.	La identificación del problema es la correcta.	x		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	x		
5.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	x		
6.	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	x		
7.	El proceso de investigación es adecuado.	x		
8.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	x		
9.	Los objetivos tanto generales como particulares han sido expuestos en forma correcta, no dejan de lado el problema inicial, son formulados en forma precisa y expresan el resultado de la labor investigativa.	x		
10.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	x		
11.	Planteó claramente en qué consiste su problema.	x		

12.	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	x		
13.	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes generales y antecedentes particulares o específicos, bases teóricas y definición de términos básicos.	x		
14.	La pregunta es pertinente a la investigación.	x		
15.	Organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	x		
16.	Sus objetivos fueron verificados.	x		
17.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	x		
18.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	x		
19.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	x		
20.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	x		
21.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	x		
22.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	x		
23.	El planteamiento es claro y preciso.	x		
24.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	x		
25.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	x		
26.	El capítulo III se realizó en base al tipo de estudio, enfoque de investigación y método de estudio y diseño de investigación señalado.	x		
27.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	x		
28.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	x		

### Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución




---

Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Licda. Isabel Diaz Saban
<b>Nombre del Estudiante:</b> Linda Eunice Rosado Barreda
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Beneficioterapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 deportistas retirados de deportes de alto impacto
<b>Fecha de realización:</b> 8 Diciembre 2021

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

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>1</b>	<b>Formato de Página</b>			
a.	Hoja tamaño carta.	x		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	x		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	x		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	x		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
j.	Color fuente negro.	X		
k.	Estilo fuente normal.	X		
l.	Cursivas: Sólo en extranjerismos o en locuciones.	X		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2.0	X		
p.	Resumen sin sangrías.	X		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>			
a.	Sin faltas ortográficas.	x		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medurado.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		

h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
3.	<i>Formato de Cita</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorilladas.	X		
b.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
c.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
4.	<i>Formato referencias</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	<i>Marco Metodológico</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		
		X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Licda. Isabel Diaz Saban

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 12 del mes de Noviembre del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

Lft Arturo Contreras Amaro



**Asesor Metodológico**  
Función

Lic. Isabel Diaz Saban PA



**Coordinador de Titulación**  
Función

LFT. Diego Estuardo Jimenez Rosales



Autorizan la tesina con el nombre de:

Beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica fase 3 en deportistas retirados de alto impacto

Realizada por el estudiante:

Linda Eunice Rosado Barreda

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



IPETH®  
Titulación Campus Guatemala  
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque sin Él no podríamos lograr ninguna meta

A mis Padres por su apoyo incondicional

A mi metodóloga por corregir nuestros errores

A campus Puebla por apoyarme en este proceso.

## **DEDICATORIA**

A Dios porque todo se lo debo a Él

A mi Familia debido a que sin ellos nada de esto fuera posible

## **PALABRAS CLAVE**

ETC

Déficit

Fisioterapia

Facilitación neuromuscular propioceptiva

# ÍNDICE

Portada

Portadilla

Investigadores responsables.....	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora.....	iii
Carta de aprobación del asesor.....	vi
Carta de aprobación del revisor.....	ix
Lista de cotejo director de tesis.....	xxiii
Lista de cotejo de asesor metodológico .....	xii
Dictamen de tesis .....	xxix
Dedicatoria.....	xxx
Agradecimientos .....	xxx
Palabras clave.....	xxx
Índice .....	xxxii

Capítulo I

Marco teórico .....	2
1.1 Antecedentes generales.....	2
1.1.1 Historia de los deportes de alto impacto .....	2

1.1.2 Anatomía .....	4
1.1.3 Definición .....	20
1.1.4 Mecanismos de trauma .....	25
1.1.5 Patología macroscópica....., ...	26
1.1.6 Patología Microscópica .....	26
1.1.7 Manifestaciones clínicas.....	29
1.1.8 Factores de riesgo .....	30
1.2 Antecedentes específicos .....	31
 CAPÍTULO II	
Planteamiento del problema.....	39
2.1 Justificación .....	44
2.2 Objetivos .....	45
 Capítulo III	
3.1 Materiales y métodos.....	47
3.1.1 Variables.....	49
3.2 Enfoque de investigación .....	50
3.3 Tipo de estudio .....	51
3.4 Método de estudio .....	51
3.5 Diseño de investigación .....	52

3.6 Criterios de selección .....	52
3.6.1 Criterios de inclusión .....	52
3.6.2 Criterios de exclusión .....	53
Capítulo IV	
4.1. Resultado .....	55
4.2 Discusión .....	58
4.3 Conclusión .....	60
4.4 Perspectivas .....	61

## **RESUMEN**

El presente trabajo contiene información precisa acerca de encefalopatía traumática crónica en atletas y la intervención de la facilitación neuromuscular propioceptiva para la mejoría de la fase III que presentan, el cual se demuestra tener consecuencias positivas para la mejora de las alteraciones motoras que presentan y así una eficaz reintegración del paciente en sus actividades de la vida diaria. En lo que se menciona con anterioridad, se recopiló evidencia que detalle la importancia de implementar las técnicas facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en pacientes que presenten dichas alteraciones. El presente trabajo tiene como objetivo general Evidenciar los efectos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje para pacientes retirados de deportes de alto impacto con diagnóstico de encefalopatía traumática crónica en fase 3. La metodología utilizada en esta investigación es un enfoque cualitativo ya que permite la recolección de datos sin necesidad de mediciones numéricas, es un estudio de tipo explicativo debido a que contiene la especificidad de las características de las variables delimitadas, de tipo inductivo-deductivo debido a que la descripción plantea un razonamiento ascendente que fluye de lo particular a lo individual hasta lo general. Los resultados de esta investigación arrojan a que la aplicación de técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva en pacientes con alteraciones motoras tiene efectos favorables para la recuperación de los pacientes que presentan síntomas referentes a fase III de la patología presentada.

# CAPÍTULO I

## Marco Teórico

El marco teórico de esta investigación está estructurado a partir de dos apartados. El primero de ellos consigna la información necesaria respecto a los antecedentes generales de encefalopatía traumática crónica. En lo que se refiere al segundo apartado se presenta con la denominación de antecedentes específicos, aquí se desarrolla lo concerniente a Facilitación neuromuscular propioceptiva con la finalidad de explorar su aplicación como tratamiento en la patología señalada.

### **1.1 Antecedentes Generales.**

- 1.1.1 **Historia de los deportes de alto impacto:** Según las investigaciones indican que los deportes de alto impacto son una de las principales raíces de la encefalopatía traumática crónica. En los cuales los principales deportes que se dan a conocer son el boxeo, fútbol americano y fútbol soccer; entre otros. Por lo que corresponde desarrollar su historia a través del tiempo.

La llegada del fútbol americano a México se inició con un par de encuentros a finales del siglo XIX en Jalapa, Veracruz y en Guadalajara, Jalisco, pero no fue sino hasta 1927 cuando comenzó su práctica organizada en la Ciudad de México entre jóvenes pertenecientes a diversas instituciones educativas y asociaciones atléticas. (Orellana, G. 2009)

El fútbol americano nació hace más de 100 años en Estados Unidos como una modificación del rugby inglés. Es uno de los deportes de contacto más competitivos de Estados Unidos y que se practica actualmente en más de 60 países.

El boxeo también conocido como box, es uno de los deportes más antiguos de los deportes de contacto, sus orígenes remontan a Egipto y Oriente en la época del cuarto milenio antes de Cristo. En la historia de los juegos de Grecia, se practicaba el boxeo como una de las disciplinas que más atraía a las personas, la primera pelea de boxeo en tiempos modernos fue en 1681 en Inglaterra, en México este deporte es muy presentando en el cine con acceso a todo público y hace que las cosas más importantes y cotidianas se vuelvan en contraste con drama sangriento. (Molina, 2019)

El fútbol es uno de los deportes más populares del mundo. La globalización hace que su alcance llegue a casi todos los rincones del planeta. (Alabarces, 2018)

En Guatemala el fútbol es parte de los orígenes mayas en donde se realizaba el juego de pelota el cual se remonta en años 1500 a 200 a.c., el cual consistía en conmemorar el mito de la creación. (Uriarte, 2015) Luego se sabe que el primer partido luego del juego de pelota ya como se conoce actualmente el soccer fue en 1902, y en 1903 se formó la primera directiva de organización de fútbol. (Kwei, 2019).

Debido a que este deporte es parte de la cultura del país es uno de los principales deportes en Guatemala, en el cual existen divisiones por edad y deportivos por departamento.

Como una antesala se da a conocer la trayectoria de las actividades deportivas mencionadas anteriormente y como se han desarrollado con el fin de concientizar la importancia de los mismos en cada país y como son parte de la cultura de cada uno para luego educar acerca de a su vez como afecta la mala práctica a nivel corporal iniciando con la descripción de la parte anatómica y fisiológica, así como también de dar a conocer como son las manifestaciones clínicas de las mismas.

1.12 **Anatomía:** Cráneo; Es el esqueleto de la cabeza, diversos huesos constituyen sus dos partes, el neurocráneo y el viscerocráneo. El neurocráneo es la caja ósea del encéfalo y sus cubiertas membranosas, las meninges craneales. Contiene también las porciones proximales de los nervios craneales y los vasos encefálicos. El neurocráneo del adulto está formado por una serie de ocho huesos: cuatro impares centrados en la línea media (frontal, etmoides, esfenoides y occipital) y dos series de pares bilaterales (temporal y parietal). (Moore, 2014)

El neurocráneo posee un techo parecido a una cúpula, la calvaria(bóveda craneal), y un suelo o base del cráneo. Los huesos que componen la calvaria son principalmente huesos planos (frontal, parietales y occipital) formados por osificación intramembranosa de la mesénquima de la cabeza (tejido primitivo del que se deriva gran parte de los tejidos orgánicos), a partir de la cresta neural.

Los que contribuyen a la base del cráneo son huesos irregulares con partes sustancialmente planas (esfenoides y temporales) formados por osificación endocondral del

cartílago o por más de un tipo de osificación. El hueso etmoides es un hueso irregular que contribuye de un modo relativamente escaso a la línea media del neurocráneo, pues forma parte sobre todo del viscerocráneo. (Moore,2014)

Encéfalo; Está compuesto por el cerebro, cerebelo y el tronco del encéfalo.. Al retirarla calvaria y la duramadre, a través de la delicada capa de aracnoides-piamadre de la corteza cerebral son visibles los giros (circunvoluciones), surcos y fisuras. Mientras que las circunvoluciones y los surcos presentan muchas variaciones, las otras características del encéfalo, incluido su tamaño global, son muy constantes de un individuo a otro.

El cerebro incluye los hemisferios cerebrales y los núcleos (ganglios) basales, los cuales son estructuras que se encuentran muy cerca de los ventrículos laterales y III ventrículo, es decir, en zonas periventriculares. Las funciones de los ganglios basales son primitivas e inmaduras en los últimos meses de gestación e incluso en el momento del nacimiento. Estos planifican el movimiento. (Tortora,2013)

Para ello envían órdenes motoras a los músculos a través de vías extrapiramidales, con muchas neuronas de relevo intermedias que se van cruzando a lo largo por el tronco cerebral; Las lesiones en las distintas estructuras que conforman los ganglios basales provocan diferentes cuadros de alteración motora que en todo caso serán especialmente evidentes.

Los hemisferios cerebrales, separados por la hoz del cerebro dentro de la fisura longitudinal del cerebro, son características dominantes del encéfalo, a efectos descriptivos, cada hemisferio cerebral se divide en cuatro lóbulos, cada uno de ellos relacionado con los huesos suprayacentes homónimos, aunque sus límites respectivos no coinciden. En una vista superior, el cerebro queda dividido esencialmente en cuartos por la fisura media longitudinal del cerebro y el surco central coronal. (Moore,2014)

El surco central separa los lóbulos frontales (anteriormente) de los lóbulos parietales (posteriormente). En una vista lateral, estos lóbulos son superiores al surco lateral transverso, por debajo del cual se halla el lóbulo temporal. Los lóbulos occipitales, situados posteriormente, están separados de los lóbulos parietales y temporales por el plano del surco parieto-occipital, visible sobre la cara medial del cerebro en una hemisección del encéfalo.

Los puntos más anteriores de los lóbulos frontal y temporal, que se proyectan anteriormente, son los polos frontal y temporal. El punto más posterior del lóbulo occipital, que se proyecta posteriormente, es el polo occipital.

Los hemisferios ocupan toda la cavidad supratentorial del cráneo. Los lóbulos frontales ocupan la fosa craneal anterior; los lóbulos temporales ocupan las partes laterales de la fosa craneal media, y los lóbulos occipitales se extienden posteriormente sobre el tentorio del cerebelo (Moore, 2014). En el desarrollo se diferencian tres partes las cuales son de importancia mencionar

- Prosencéfalo
- Mesencéfalo
- Romboencéfalo

Al hablar del prosencéfalo se menciona que se distinguen en él dos regiones: el telencéfalo y el diencéfalo.

El telencéfalo ocupa gran parte del cráneo. Recibe el nombre del cerebro, es la mayor estructura del encéfalo y la única donde se perciben y elaboran sensaciones conscientes. Está dividido longitudinalmente por un surco de dos hemisferios, derecho e izquierdo. Los dos hemisferios están conectados por haces de fibras nerviosas que forman un cuerpo de sustancia blanca denominado cuerpo calloso. (Moore,2014)

Su lesión ha puesto en evidencia que ciertas actividades superiores están mejor localizadas en uno de los dos hemisferios. La mayor parte de la información sensorial del lado derecho del cuerpo pasa a través del cuerpo calloso hacia el hemisferio cerebral izquierdo y viceversa. (Tortora, 2013)

La corteza está formada por sustancia gris. En ella se produce el análisis de la información sensorial, su integración, y se elaboran las órdenes motoras voluntarias adecuadas para cada caso. En la corteza se pueden distinguir zonas sensoriales, zonas de asociación y zonas motoras.

Las áreas de asociación reciben una información sensorial rica y variada, que es comparada con la almacenada en la memoria, también son las responsables de las funciones superiores como el lenguaje, la creatividad, el aprendizaje y la memoria; Las zonas sensorial y motora del cerebro han sido perfectamente cartografiadas y se puede establecer una correspondencia entre ellas y las diferentes zonas del cuerpo con las que están en relación. (Moore, 2014)

Diencéfalo está compuesto por el epítalamo (el cual se encuentra en la parte posterior del diencéfalo, contiene la glándula pineal o epífisis, de misión endocrina) el tálamo (el cual interviene en la integración de estímulos emocionales) Hipotálamo (Pequeña región situada debajo del tálamo. Controla e integra las actividades del sistema nervioso autónomo regulando funciones viscerales como la frecuencia cardíaca, los movimientos del tubo digestivo, la contracción de la vejiga urinaria. Además, controla el apetito, la sed y la temperatura corporal, tiene también funciones endocrinas puesto que segrega los factores liberadores hipotalámicos y hormonas, como la oxitocina y la vasopresina). (Tortora,2013)

Romboencéfalo el cual se sitúa entre el mesencéfalo y la médula espinal. El cual se dice que es una dilatación de la médula espinal y posee dos zonas: el metencéfalo que forma el cerebelo y la protuberancia. Mielencéfalo que forma el bulbo raquídeo.

El mesencéfalo, la porción rostral del tronco del encéfalo se sitúa en la unión de las fosas craneales media y posterior. Puentes la parte del tronco del encéfalo entre el mesencéfalo rostralmente y la médula oblongada caudalmente, La médula oblongada, la porción más caudal del tronco del encéfalo se continúa con la médula espinal y se sitúa en la fosa craneal posterior. (Moore, 2014)

Cerebelo; Es un centro nervioso impar que se sitúa a horcajadas sobre el tronco del encéfalo, apoyado en tres pedúnculos cerebelosos (superior, medio e inferior) por los que se conecta con el resto del cerebro. La organización neuronal del cerebelo es peculiar debido a que, aunque el cerebelo representa tan sólo un 10% del peso del encéfalo, contiene la mitad del total de neuronas de éste.

El cerebelo recibe información procedente de receptores de la piel, articulaciones, músculos, aparato vestibular y ojos en relación con el movimiento realizado, así como de la corteza cerebral motora en relación con los planes motores. A su vez, el cerebelo proyecta a centros motores del tronco del encéfalo (núcleo rojo, formación reticular, núcleos vestibulares, etc.) y a la corteza motora. Se localiza en la fosa posterior sobre el tronco del encéfalo, formando el techo del 4to ventrículo. (Moore,2014)

El sistema ventricular del encéfalo consta de dos ventrículos laterales y los ventrículos 3 y 4 en la línea media, conectados por el acueducto mesencefálico. El líquido cefalorraquídeo (LCR), secretado en gran parte por los plexos coroideos de los ventrículos, llena estas cavidades encefálicas y el espacio subaracnoideo del encéfalo y la médula espinal. (Tortora,2013)

Cabe mencionar los ventrículos del encéfalo; Los ventrículos laterales (1ero y 2do) son las mayores cavidades del sistema ventricular y ocupan grandes áreas de los hemisferios

cerebrales. Cada ventrículo lateral se abre en el 3er ventrículo a través de un foramen interventricular. El 3er ventrículo, una cavidad en forma de hendidura entre las mitades derecha e izquierda del diencéfalo, se continúa posteroinferiormente con el acueducto mesencefálico, un estrecho conducto en el mesencéfalo que conecta los ventrículos 3ro y 4to. (Moore, 2014)

El 4to ventrículo, de forma piramidal, que se sitúa en la porción posterior del puente y la médula oblongada, se extiende inferoposteriormente, inferiormente se adelgaza en forma de estrecho conducto que se continúa en el interior de la médula espinal cervical como conducto central drena desde el 4to ventrículo en el espacio subaracnoideo a través de una única abertura media y dos aberturas laterales. Estas aberturas son las únicas a través de las cuales el LCR drena en el espacio subaracnoideo. Si se bloquean, se acumulan el LCR y los ventrículos se distienden y comprimen hemisferios cerebrales (Klee,2019)

Aunque no es exacto afirmar que el encéfalo “flota” en el LCR, en realidad tiene unas uniones mínimas con el neurocráneo. En ciertas áreas de la base del encéfalo, la aracnoides y la piamadre se hallan ampliamente separadas por las cisternas subaracnoideas que contienen LCR, y por estructuras de tejidos blandos que anclan el encéfalo, como las trabéculas aracnoideas, los vasos y en algunos casos, las raíces de los nervios craneales. (Moore,2014)

Las cisternas suelen denominarse según las estructuras relacionadas con ellas. Las principales cisternas subaracnoideas intracraneales son; cisterna cerebelo medular, la mayor de ellas, localizada entre el cerebelo y la médula oblongada recibe el LCR desde las aberturas del 4to ventrículo (Tortora, 2013)

Está dividida en la cisterna cerebelo medular posterior y la cisterna cerebelo medular lateral. Cisterna pontocerebelosa (pontina) un extenso espacio ventral al puente, que se continúa inferiormente con el espacio subaracnoideo espinal. Cisterna interpeduncular (basal) ubicada en la fosa interpeduncular entre los pedúnculos cerebrales del mesencéfalo. Cisterna quiasmática inferior y anterior al quiasma óptico, lugar de cruce o decusación de las fibras de los nervios ópticos. (Moore,2014)

Cisterna cuadrigémina (cisterna de la vena cerebral magna), localizada entre la porción posterior del cuerpo calloso y la cara superior del cerebelo: contiene porciones de la vena cerebral magna. Cisterna ambiens localizada sobre la cara lateral del mesencéfalo, se continúa posteriormente con la cisterna cuadrigémina.

Las venas que drenan el encéfalo, de paredes delgadas y desprovistas de válvulas, perforan la aracnoides y la capa meníngea de la duramadre para finalizar en los senos venosos de la duramadre más próximos, cuya mayor parte drena a su vez en las venas yugulares internas. Las venas cerebrales superiores, en la cara superolateral del encéfalo, drenan en el seno sagital superior, las venas cerebrales inferior y media superficial, de las superficies inferior, posteroinferior y profunda de los hemisferios cerebrales, drenan en los senos recto, transverso y petroso superior.

El LCR es de color transparente y baña el cerebro y la médula espinal. Circula por el espacio subaracnoideo, los ventrículos cerebrales y el canal medular central. Su volumen es de 100 a 150 ml en condiciones normales. El aspecto del LCR puede enturbiarse por la presencia de leucocitos u otras células o sustancias; en numerosas enfermedades se altera su composición y su estudio es importante y con frecuencia determinante en el diagnóstico de determinadas enfermedades como: infecciones meníngeas, carcinomatosis y hemorragias; también es útil en el estudio de enfermedades desmielinizantes tanto del sistema nervioso central (SNC) como periférico. (Sevillano, 2013)

**Función del líquido cefalorraquídeo** El LCR tiene 3 funciones vitales muy importantes: Protección mecánica del sistema nervioso central Actúa como amortiguador, dentro de la sólida bóveda craneal. Mantenimiento del medio interno Es un vehículo para sustancias neuromoduladoras involucradas en la regulación de las funciones vitales: quimiorreceptores, hormonas de la neurohipófisis e hipotalámicas. (Chavarro,2015)

Es un vehículo de protección inmunológica (celular y humoral) para el SNC. Desempeña un papel nutricional como transportador de nutrientes, teniendo en cuenta que el tejido ependimario, piamadre y aracnoides son avasculares. Mantenimiento de volumen El LCR circula entre el cráneo y la médula espinal para compensar los cambios en el volumen de sangre intracraneal, manteniendo una presión constante. (Chavarro,2015)

Formación del líquido cefalorraquídeo El LCR es producido en un 70% en los plexos coroides de los cuatro ventrículos cerebrales, sobre todo los laterales, y en un 30% en el epéndimo (las membranas aracnoideas secretan cantidades adicionales de líquido y una pequeña cantidad proviene del propio encéfalo, a través de los espacios perivasculares) a razón de 0,35 ml/minuto o 500 ml/día. (García,2013)

Un adulto tiene unos 150 ml y se renueva cada 3 o 4 horas. Se distribuye en ventrículos laterales: 30 ml, ventrículos III y IV: 10 ml, espacios subaracnoideos cerebrales y cisternas: 25ml, espacio subaracnoideo espinal: 75ml. En los pares craneales el espacio subaracnoideo se prolonga de forma variable, con el nervio óptico llega hasta el globo ocular. Con el nervio olfatorio llega hasta contactar con la mucosa nasal.

El volumen de LCR varía de acuerdo a la edad, recién nacido: 40 a 60 ml; niño: 60 a 100 ml; adolescente: 80 a 120 ml y adulto:  $140 \pm 30$  ml. La formación de LCR puede ser inhibida, al menos en parte, por esteroides, acetazolamida y otros diuréticos, baja temperatura corporal, cambios de osmolaridad del líquido, baja presión de perfusión cerebral y presión intracraneal (PIC) elevada, en menor cuantía. (García,2013)

El LCR formado en los ventrículos laterales pasa al III ventrículo por el agujero de Monro, desde este por el acueducto de Silvio al IV ventrículo y a través de los orificios de Luschka (laterales) y de Magendie (medial) accede a las cisternas y al saco dural espinal y por el óbex al conducto ependimario medular. La cisterna magna se continúa con el espacio subaracnoideo que rodea todo el encéfalo y la médula espinal.

La reabsorción del LCR es directamente proporcional a la presión del líquido. Comienza a 5 mm Hg y se eleva linealmente hasta 20 mm Hg (1,5 ml/minuto). Se interrumpe a los 60

mm de agua que corresponde a la presión de los senos venosos. El LCR fluye desde el espacio subaracnoideo cerebral a través de las vellosidades o granulaciones aracnoideas –proyección de las células de la aracnoides– hacia los senos venosos que alberga la duramadre. Estos senos desembocan directamente en el torrente sanguíneo. (Sevillano G. 2011)

La contribución de estructuras cerebrales funcionales relacionadas con el aprendizaje motor El AM se ha estudiado experimentalmente, usando tareas diseñadas para medir la adquisición gradual de movimientos secuenciales relacionadas con una actividad específica.

Normalmente en este tipo de entrenamiento los sujetos son instruidos en producir una secuencia de movimientos que se conocen explícitamente antes de generar la acción propiamente dicha, produciendo un aprendizaje implícito a través de la práctica repetida mediante el ensayo y error o adquirida a través de instrucciones específicas. Operacionalmente, la adquisición de las capacidades motoras se mide por una reducción en el tiempo de reacción, el número de errores y un cambio en las sinergias cinemáticas de un movimiento. (Palma, 2018)

Con respecto a la adquisición de una habilidad motora, Karni et al.<sup>17</sup> explican que la adquisición gradual de estas sigue 4 fases principales: fase temprana, fase lenta, fase intermedia y fase de automatización. En primer lugar, la fase temprana es donde el aprendizaje es rápido, ya que existe una considerable mejora en el rendimiento motor observado dentro de una sola sesión de entrenamiento.

En segundo lugar, existe una fase lenta, donde los cambios se aprecian a través de varias sesiones prácticas. Existe una fase intermedia que corresponde al proceso de consolidación de la habilidad motora. Por último, existe una fase final de automatización, donde las

conductas motoras se consideran expertas, generando acciones sin esfuerzo, con pocos recursos atencionales para su finalización con éxito. (Palma, 2018)

Mediante el avance del tiempo y la biotecnología, se ha logrado demostrar que los ganglios basales y el cuerpo estriado desempeñan un papel relevante en la planificación, el aprendizaje y la ejecución de una nueva habilidad motora. Los ganglios basales se componen de una serie de núcleos subcorticales que se organizan de manera sensoriomotora, asociativa y límbicamente, fundamentando su conectividad en áreas anatómicas específicas. (Palma, 2018)

Un ejemplo de ello son los núcleos caudados, el putamen y el núcleo subtalámico, los cuales constituyen las principales aferencias de la corteza cerebral. El mesencéfalo, el tálamo, el segmento de globo pálido interno, la sustancia nigra y la pars reticulada forman los núcleos de salida que envían nueva información hacia áreas corticales frontales por medio de núcleos talámicos. (Palma, 2018)

Asociado a ello, se ha objetivado que el procesamiento de la información motora fluye a través de un circuito topográficamente organizado en regiones corticales relacionadas con áreas motoras primarias, el área motora suplementaria, el área premotora y el giro cingulado con divisiones y proyecciones sensoriomotoras de los ganglios basales y el tálamo.

Estas conexiones en los ganglios basales poseen una distinción importante en regiones específicas del putamen, donde la región anterior se caracteriza por ser asociativa y el área posteroventral presenta una función sensoriomotora en conjunto con el globo pálido; estos hallazgos han sido objetivados en disociaciones funcionales anatómicas, correspondientes a

la fase temprana del aprendizaje y la fase de planificación de la ejecución de secuencias motoras previamente aprendidas. (Palma, 2018)

Patrones de activación dentro de los ganglios basales durante la secuencia de aprendizaje en la adaptación y consolidación motora. Los estudios descritos anteriormente nos permiten obtener información valiosa sobre el alcance de las interacciones dinámicas cerebrales; sin embargo, es importante indagar sobre las modificaciones que ocurren en las regiones subcorticales y cerebelosas relacionadas con el aprendizaje de una tarea específica.

En el año 2004 los científicos lograron detectar cambios graduales en áreas específicas del putamen, después de un entrenamiento de movimientos secuenciales de dedos, donde se demostró que hubo modificaciones importantes en las regiones asociativas premotoras de los ganglios basales, incluyendo las partes dorsales del putamen y áreas rostrales del cuerpo estriado, el globo pálido anterodorsal, los núcleos correspondientes a las eferencias del tálamo y el núcleo subtalámico, durante el inicio o fase rápida del aprendizaje. (Palma, 2018)

Sin embargo, 10 min después del entrenamiento existía un mejor desempeño en la tarea, lo cual se asoció a una disminución de la actividad en el área asociativa rostradorsal y a un

aumento en la actividad de la región posteroventral del putamen, las cuales se mantuvieron hasta un mes de seguimiento.

Al mismo tiempo que ocurren estos acontecimientos, existe una disminución en la activación de las áreas laterales de los hemisferios cerebelosos, el núcleo dentado izquierdo y en el área del puente del troncoencéfalo postentrenamiento. Para reforzar estos hallazgos, Hikosaka y Miyachi realizaron experimentos en primates, donde se efectuó un bloqueo farmacológico reversible en la región asociativa del putamen usando muscimol (agonista GABA), el cual ocasionó un deterioro en el aprendizaje de nuevas secuencias motoras; además, se observó un bloqueo en la región sensoriomotora del putamen, el cual condujo a un déficit en la ejecución de las secuencias motoras aprendidas. (Palma, 2018)

Posteriormente, Lehericy et al.<sup>21</sup> confirmaron y extendieron este modelo a los seres humanos, el cual apoyó la idea de una doble representación de las secuencias motoras recién aprendidas: la región anterior del putamen (asociativa) se encargaría de la representación espacial para la construcción de una secuencia motora y la zona posterior (sensoriomotora) del putamen generaría un papel importante en la creación de secuencias motoras.

Durante todo el proceso de aprendizaje, la actividad cerebelosa genera una transferencia funcional al núcleo dentado, donde existen cambios durante la consolidación del acto motor. Un ejemplo de esto se encuentra en la investigación realizada por Doyon et al.<sup>13</sup>, quienes, a través de una resonancia magnética nuclear funcional efectuada a participantes sanos, lograron identificar que el aprendizaje temprano durante la primera sesión de AM se correlacionó con un mayor nivel de oxígeno cerebral en la corteza cerebelosa ipsilateral a la mano que efectuaba la tarea. (Palma, 2018)

Sin embargo, con la práctica secuencial de la tarea, la actividad en la corteza disminuyó en la segunda sesión, pero aumentó en el núcleo dentado durante el mismo período de entrenamiento. Estos hallazgos apuntan a que la corteza cerebelosa es reclutada durante etapas tempranas de AM, pero que su contribución disminuye a medida que se domina la realización de la tarea.

Della-Maggiore y McIntosh objetivaron cambios en la amplitud y el número de regiones funcionalmente conectadas, demostrando un aumento en las conexiones del sistema corticocerebeloso y del cuerpo estriado con otras regiones de la corteza motora en la adaptación de movimientos específicos. (Palma, 2018)

En su trabajo, los resultados de análisis de conectividad funcional durante la adaptación de la tarea motora demuestran conexiones al interior de los sistemas corticocerebeloso y cortico-estriado-estriadoestriado en el comienzo del proceso de aprendizaje. Al final del primer día de prueba,

cuando los sujetos han completado la fase rápida de aprendizaje, la amplitud y el número de regiones conectadas funcionalmente con el sistema corticocerebeloso generan cambios importantes en su actividad.

Sin embargo, esta conectividad fue seguida por una disminución gradual en los enlaces creados entre el cuerpo estriado, el cerebelo y las estructuras relacionadas con la tarea motora, así como la retención de conexiones funcionales que fueron restringidas al cerebelo y relacionadas con estructuras corticales a través del tálamo.

En conjunto, estos hallazgos apuntan a que las interacciones corticocerebelosas y de los sistemas cortico-estriados son necesarias en el comienzo de la adquisición de una nueva habilidad motora, cuya interacción está mediada por un aumento en la magnitud y el número de regiones funcionalmente conectadas al interior de estas 2 estructuras y que el sistema corticocerebeloso es suficiente para mantener este complejo comportamiento una vez que la tarea ha sido aprendida. (Palma, 2018)

Asociado a todo el complejo proceso de AM se encuentran los hallazgos reportados por Walker, quienes explican a través de su estudio que la consolidación de la memoria motora posiblemente comienza tan pronto como ocurre la exposición práctica de los movimientos que conlleva una determinada tarea. Hoy en día es ampliamente aceptado que durante el aprendizaje e inmediatamente después de una tarea, los cambios fisiológicos y estructurales de las sinapsis creadas permiten que las nuevas conexiones se consoliden y persistan a lo largo del tiempo.

Una vez que el aprendizaje está consolidado, los recuerdos son creados por cambios ocurridos en la transmisión excitatoria sináptica dependiente de glutamato, la cual se

mantiene durante horas e incluso días. Durante este tiempo, la síntesis de proteínas, así como los cambios estructurales en la morfología sináptica, permiten que se produzcan cambios duraderos en la eficacia sináptica, también conocidos como consolidación celular. (Palma, 2018)

Aunque la mayoría de estos procesos se han descrito en las formas límbicas de la memoria, también es viable para las memorias relacionadas con el sistema motor, ya que estudios recientes en animales evidencian que el aprendizaje de habilidades motoras depende de la síntesis de nuevas proteínas en la corteza motora después del entrenamiento.

En adición a los cambios de fijación celular, se propone que la consolidación se produce también a nivel de «sistema» y la mayor parte de las bases de conocimientos sobre «la consolidación de sistema» está relacionada con actividades que implican tareas sensibles a los circuitos corticohipocampales. En la actualidad existen pruebas de que este proceso de consolidación global también se puede producir en el aprendizaje de secuencias motoras y que este último es dependiente del sueño. (Palma, 2018)

A pesar de estos hallazgos, la evidencia no es clara respecto a los sustratos neurales que funcionan como mediadores de la consolidación de memoria en las habilidades motoras y de secuencias motoras específicas, ya que los cambios cerebrales relacionados con el sueño sólo se han mostrado mediante la privación de este o durante tareas repetitivas de 12 h, en una condición de ritmo en la cual se impide la plena expresión de mecanismo de consolidación.

Los escasos estudios que han explorado los fundamentos anatómicos de la consolidación motora de la memoria han destacado la importancia de los ganglios basales en este proceso

de asociación mental de movimiento, revelando que los efectos de consolidación son dependientes del sueño en regiones corticales específicas.

Los resultados de todas las investigaciones relacionadas con la consolidación de la memoria motora confirman la implicación del cuerpo estriado y el papel del hipocampo durante la formación inicial de una nueva secuencia motora. Estos estudios constituyen un paso importante hacia la comprensión de las bases fisiológicas de la consolidación de la memoria motora, ya que destacan la posibilidad de una mayor interacción funcional entre el cuerpo estriado y el hipocampo durante el sueño post entrenamiento, permitiendo que este último sea una instancia necesaria para que la consolidación de nuevos engramas de movimientos se puedan producir

1.13 **Definición:** La encefalopatía traumática crónica - ETC es una entidad definida como el deterioro neurológico secundario a la exposición de traumas craneales a repetición cuyo desenlace clínico resulta en problemas como afecciones de memoria a largo plazo, cognición y trastornos del comportamiento. La descripción original de encefalopatía traumática crónica se caracterizó por el conjunto de trastornos cerebelosos o extrapiramidales acompañados de disartria, déficits motores y con menor frecuencia demencia. (Arellano,2017)

A lo largo del tiempo se ha observado que esta condición afecta tanto a hombres como mujeres que han estado expuestos a traumatismos repetitivos como el abuso físico, epilepsia mal controlada, práctica de deportes de contacto como el fútbol americano. En 1950 fueron reportados los primeros informes neuropatológicos de ETC, sin embargo, fue en 1973 por Corsellis, Bruton y Freeman-Browne.

Cuando se describieron por primera vez las características clínicas y patológicas en una serie de 15 boxeadores retirados, que incluían atrofia cerebral, ventrículos laterales y tercero ampliados, cuerpo calloso adelgazado, cicatrización del cerebelo, pérdida neuronal en las amígdalas cerebelosas y sustancia negra y degeneración neurofibrilar de la sustancia negra y la corteza; las cuales dividieron en cuatro tipos de cambios, anomalía septal e hipotalámica, cambios cerebelosos, degeneración de la sustancia nigra y presencia de ovillos neurofibrilares (López ,2019)

Actualmente se reconoce como un síndrome neurodegenerativo progresivo que se presenta generalmente en la mediana edad o años e incluso décadas posteriores a carreras de deportes de contacto; provocado por impacto episódico o repetitivo en la cabeza y transferencia de fuerzas de aceleración y desaceleración al cerebro.

Kanayama et al. demostraron que en las proteínas del citoesqueleto en la corteza y el hipocampo se generaban cambios por traumas leves repetidos, sin embargo, no se observaban en traumas únicos. Laurer et al por su parte, concluyeron que un segundo trauma en un tiempo menor a 24 horas aumentaba las vulnerabilidades del tejido encefálico; posteriormente en un nuevo estudio encontraron que cuando los traumas repetitivos sucedían en espacios más cortos de tiempo, las lesiones producidas tanto a corto como a largo plazo eran mayores (López ,2019)

El aumento de la susceptibilidad cerebral al trauma se relaciona a múltiples procesos celulares. Primero, la disfunción metabólica, que incluye un estado energético mitocondrial reducido, demandas metabólicas aumentadas, reservas energéticas disminuidas con relación ATP/DTP baja y relación lactato/piruvato aumentado. Segundo, se ha sugerido la estimulación de un tipo de canalopatía de sodio axonal en trauma leve, que magnifica las respuestas a la lesión.

Se creyó inicialmente que el componente mecánico traducido en la fuerza de cizallamiento era el responsable del daño en la membrana axonal. Sin embargo, se cree que cambios en la barrera hematoencefálica o mínimos defectos en ella pueden conllevar al paso de proteínas séricas, que podrían funcionar como desencadenantes antigénicos, con la consecuente cascada enzimática que produce fenómenos de respuesta inflamatoria y reparación, que modifican el funcionamiento normal del sistema nervioso central. (Grashow,2020)

Si la noxa se perpetúa, como en el caso de posteriores traumas, se produce un fenómeno de inmunotoxicidad y alteración en la membrana de la axolema, de los microtúbulos axonales y las neuronas, permitiendo el depósito de proteína tau, postulado como responsable principal del deterioro neuronal.

La proteína tau en condiciones normales está vinculada en la estabilización de las fibrillas de los microtúbulos, por medio de la unión a la tubulina en los axones y facilita el crecimiento de las neuritas; en este lugar no genera toxicidad ni patología neurofibrilar. Los estudios de inmunohistoquímica han revelado que luego de una lesión cerebral traumática leve, la configuración y posición de tau se modifica; esta se disocia de los microtúbulos por medio

de mecanismos como la afluencia de calcio intracelular, toxicidad mediada por el receptor de glutamato y activación de quinasa. (López,2019)

Es fosforilada por un desequilibrio entre las quinasas y la actividad de la fosfatasa, mecanismo que también está involucrado en la disociación, producen disfunción de los microtúbulos, exponiendo otros sitios de fosforilación, que conduce a un estado de hiperfosforilación; es plegada anormalmente y puede sufrir escisión proteolítica mediada por calpaínas y caspasas; todos los anteriores procesos, generan neurotoxicidad.

En ese estado, la proteína tau es insoluble y permite la formación de oligómeros, la secuencia de ellos y las modificaciones postraduccionales conllevan a la producción de ovillos neurofibrilares (NFT, por su sigla en inglés), el cual es la marca patológica de la ETC. (Tortora,2013)

Aún no se han determinado cuales son las vías de señalización que activan a las quinasas seguido al trauma craneal, pero se conoce que los niveles de quinasa 1 y 2, quinasa 5 dependiente de ciclina, quinasa 3-beta glucosa sintasa, proteína quinasa C, quinasa c-jun y Akt se encuentran aumentados.

Los estudios en ratas han reafirmado que la fosforilación de tau está implicada en la patogénesis de la ETC, al encontrar que se producían síntomas de comportamiento comparables con ETC en humanos, al inyectar tau oligomérico en cerebros de ratas sanas. (Tortora,2013)

Se plantea entonces que la fosforilación de tau es responsable de la muerte neuronal en ETC, de manera similar a la enfermedad de Alzheimer. No se tiene claro si la neurotoxicidad es mediada por los oligómeros o por los NFT, pero si se ha demostrado que la

hiperfosforilación que lleva a muerte neuronal se puede explicar por la desaferentación que lleva a una falencia en la señalización de supervivencia, que se conoce como degeneración transneuronal anterógrada

Las neuronas pueden funcionar mucho tiempo con NFT, por la formación de agregados fibrilares que la protegen de los efectos citotóxicos de los oligómeros. Al crecer los NFT, se disminuyen el número de organelas, inhiben la funcionalidad de la proteasoma y altera el transporte axonal anterógrado, que conjuntamente repercuten en la homeostasis y conlleva a la muerte celular. (Tortora,2013)

Otras moléculas como la proteína TAR 43 de unión al ADN- TDP-43 se encuentra en la fase tardía de ETC y su expresión está relacionada con la lesión cerebral traumática leve. Al sobre expresar se transloca desde el núcleo hasta el citoplasma, sufre modificaciones post-traduccionales (hiperfosforilación, ubiquitinación y clivado) produciendo muerte neuronal.

La  $\beta$ -amiloide (Ab) descrita en la enfermedad de Alzheimer fue encontrada en diferentes estudios de ETC con una tasa alrededor del 50%, este hallazgo podría indicar una EA concomitante, pero dada la alta tasa de presentación sugiere que la ETC modifica la deposición de Ab, se correlaciona la patología Ab con el estadio de ETC y se considera un subtipo probable con evolución clínica más rápida. (López, 2017)

No solo las neuronas se afectan en el proceso patológico post-trauma. Los Astrocitos, células que integran diversas funciones de limpieza y apoyo a las neuronas; sufren aumento del volumen celular dado por aumento de microfilamentos astrocitarios como el GFAP, como señal de hiperactivación metabólica; como el cuerpo calloso es una de las regiones que más

absorbe las fuerzas de rotura-deformación, la reacción al trauma es más pronunciada en esta zona.

1.14 **Mecanismos de trauma:** Se describen dos tipos principales de golpe en caso del boxeo: el primero es un impacto directo en cara que produce aceleración lineal de la cabeza y el segundo es un impacto lateral o debajo de la barbilla que genera aceleración rotacional. Los estudios reportan que el trauma que provoca aceleración lineal es mejor tolerado, en comparación a la susceptibilidad cerebral a la aceleración angular (combinación de aceleración lineal y rotacional). Los golpes que provocan aceleración rotacional son más frecuentes y son capaces de causar más conmociones cerebrales que los frontales. (López, 2019)

La lesión cerebral traumática posee dos clases: daño focal y lesión difusa. La lesión focal se compone de contusiones y laceraciones corticales o subcorticales, hemorragias intracraneales (hemorragia subaracnoidea y hematoma subdural). Son causadas por impacto directo severo con aceleración lineal y se asocian a casos graves.

La lesión difusa se presenta por la elongación y desgarro del tejido encefálico, se encuentra generalmente en trauma leve y no se relaciona con fracturas, impacto directo o aplastamiento. La presentación más común es la lesión axonal difusa, producidas por las fuerzas de aceleración y desaceleración, considerada la neuropatología primaria.

(Caixeta, 2018)

La ETC es una condición distinta a otros trastornos neurodegenerativos como la enfermedad de Parkinson, la esclerosis lateral amiotrófica esporádica, aunque existen similitudes en las alteraciones presentes en cada una de ellas <sup>(1)</sup>. Así pues, McKee et al. han

podido identificar y describir los hallazgos neuropatológicos tanto macroscópicos como microscópicos de esta afección.

1.15 **Patología macroscópica:** La principal alteración macroscópica en la ETC es la atrofia cerebral (disminución de la masa y el peso del cerebro); por lo general se presenta en ambos hemisferios cerebrales, considerándose ETC avanzada si hay compromiso severo de los lóbulos parietal, temporal y frontal, al igual que el compromiso del hipocampo, las amígdalas cerebelosas, el hipotálamo, la corteza entorrinal y los cuerpos mamilares. Por otro lado, se evidencia un aumento en el tamaño ventricular, siendo el tercer ventrículo el más afectado encontrándose por lo general muy desproporcionado, además se debe tener en cuenta la edad ya que es un factor que *per se* influye en este aspecto. (López, 2017)

Otros hallazgos macroscópicos neuropatológicos son el deterioro del cuerpo calloso (en especial el adelgazamiento en el istmo posterior); aparición de cavum del septum pellucidum (puede presentar o no fenestraciones); cicatrices cerebelosas y pérdida de neuronas en las amígdalas; esclerosis del hipocampo; y, además, una decoloración de la sustancia nigra y del locus coeruleus. (Guyton,2014)

1.16 **Patología microscópica:** El hallazgo característico de la ETC es la acumulación de ovillos neurofibrilares compuestos por la proteína tau hiperfosforilada. Además, se pueden encontrar las inclusiones astrocitarias ubicadas en los surcos corticales, el almacenamiento defectuoso de la proteína 43 de unión a ADN de TAR (TDP-43), la acumulación de placas  $\beta$ -amiloide, inflamación neuronal, lesión axonal difusa y la activación microglial. (Guyton,2014)

Normalmente, la proteína *Tau* se encuentra en forma soluble, pero cuando es fosforilada por las quinasas y fosfatasas se vuelve insoluble; este proceso es considerado normal a lo largo del envejecimiento. No obstante, cuando *Tau* se mantiene hiperfosforilada se afecta la unión a los microtúbulos, y se da la formación de ovillos neurofibrilares, se altera el transporte mediante axones, y se promueve la disfunción y muerte neuronal. (Briones, 2018)

En la ETC, la afectación de la proteína *Tau* se produce en las láminas corticales más superficiales (II y III) y se concentra en una forma muy irregular, mientras que otras afecciones como el Alzheimer se distribuye en las capas más profundas. Utilizando la tinción de Hematoxilina & Eosina y la impregnación de plata de Bielschowsky, se pueden observar estructuras que representan los ovillos neurofibrilares residuales después de la muerte de neuronas en la región límbica y el neocórtex temporal, especialmente en la subregión hipocámpica CA1.

$\beta$ -amiloide Las acumulaciones de  $\beta$ -amiloide se presentan en el 40 a 52% de todos los casos de ETC; por el contrario, en la enfermedad de Alzheimer, este hallazgo es muy constante. La lesión axonal difusa puede encontrarse a través de pruebas inmunohistoquímicas mediante la utilización de anticuerpos contra la proteína precursora de  $\beta$ -amiloide.

La formación de estas placas va muy relacionada con la edad, resaltando que se encuentran con muy baja incidencia en personas menores a 50 años; por lo general, vienen acompañadas de taupatía avanzada, demencia, herencia del alelo ApoE4, aparición de cuerpos de Lewy y parkinsonismo. (López, 2017)

TDP-43 La acumulación anormal de TDP-43, a pesar de ser característica de la demencia frontotemporal y la esclerosis lateral amiotrófica, se ha descrito en más del 80% del total de casos de ETC, en cualquier etapa de la enfermedad, razón por la cual se ha determinado como un hallazgo patológico asociado.

Esta proteinopatía puede llegar a afectar la médula espinal y manifestarse como una enfermedad de neurona motora; además, en la etapa III de la enfermedad se pueden identificar inclusiones intraneuronales y gliales inmunorreactivas localizadas en diversos sitios como la corteza, el tronco encefálico, la sustancia blanca, el diencéfalo y los ganglios basales. (Briones, 2018)

Astroцитos El desarrollo y el correcto funcionamiento neuronal depende mucho de los astroцитos, que al unirse a las neuronas conforman un conjunto celular que lleve a cabo múltiples funciones de limpieza y del cerebro.

A la hora de sufrir un evento traumático, los astroцитos van a presentar un incremento en el volumen celular, lo cual significa que los microfilamentos de astroцитos aumentan sus niveles. Además, la reacción astrocítica se dirige con mayor frecuencia a la sustancia blanca, siendo esta zona la parte que más fuerza de rotura-deformación absorbe. (Guyton,2014)

Microglia En condiciones normales, las células de la microglia se encuentran inactivas, al activarse por las alteraciones del tejido cerebral, expresan moléculas como la CD68 que serán de ayuda para su determinación a través de técnicas de inmunohistoquímica. Los eventos que conlleven al déficit neurológico están relacionados con la activación crónica de estas células microgliales.

Barrera hematoencefálica y neuroinflamación El traumatismo constante puede llegar a ser el agente causante de anomalías crónicas en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica. La activación microglial y otros hallazgos ocasionados por la neuroinflamación, pueden llegar a poseer una importancia muy alta para la utilización de biomarcadores con los cuales se buscará encontrar alteraciones tempranas de ETC y de esta manera, tomar medidas terapéuticas en la población afectada por esta condición.

(López, 2017)

1.17 **Manifestaciones Clínicas:** Esta patología se expresa clínicamente tiempo después de la recuperación total de cualquier síntoma agudo o incluso subagudo ocasionado por trauma craneal. Por lo tanto, los síntomas característicos suelen tener una evolución larga y progresiva razón por lo cual se considera degenerativa, estos tienen su inicio en las edades medias de la vida, alrededor del momento de retirada de los deportistas de su carrera profesional. (López, 2017)

Los síntomas iniciales de la encefalopatía comprenden los fallos de memoria y atención, deficiencia en las funciones frontales y ejecutivas, es decir, los primeros síntomas son de carácter neurocognitivo. Las alteraciones neuropsicologías tienden aparecer en los estadios terminales de la enfermedad y se encuentran presentes alteraciones del estado de ánimo y comportamiento referidos por las personas que viven con los pacientes.

Se encuentran presentes síntomas motores dentro de los cuales destacamos disartria leve, alteraciones en la estabilidad a medida que la enfermedad progresa, los pacientes podrían incluso presentar ataxia, alteraciones de la coordinación, espasticidad y parkinsonismo. (Arellano, 2017)

El 66% de los pacientes mayores de 60 años terminan desarrollando demencia, mientras que el 30% de los pacientes se aqueja de fuertes dolores de cabeza. Stern ha propuesto que existen dos presentaciones clínicas: Edad temprana de aparición alrededor de los 35 años, caracterizada por un comportamiento en el que prevalece la explosividad y la impulsividad. Edad tardía de aparición alrededor de los 60 años, cursa con deterioro cognitivo (disfunción ejecutiva) y cambios de comportamiento en el desarrollo de su enfermedad.

Las etapas de la encefalopatía traumática crónica según Mckee et al son: Los síntomas son dolores de cabeza y disminución de la atención, concentración, dificultad de la memoria a corto plazo y tendencias agresivas. (López, 2017)

1.18 **Factores de riesgo:** El retiro después de los 28 años, la larga carrera deportiva, juego profesional, participar en mayor número de partidos, mal desempeño y ser capaz de tolerar mayor cantidad de golpes, se describen como factores de riesgo para padecer la enfermedad; por su relación con una mayor exposición a episodios de conmoción cerebral, trauma craneal (López. 2017)

Las posiciones de juego que soportan menos energía por contacto con mayor número de golpes son más susceptibles de desarrollar el cuadro; hallazgo sustentado en el estudio realizado por Crisco et al., donde la demarcación variaba la severidad de los impactos, y el estudio histopatológico de McKee et al., donde los 5 futbolistas diagnosticados jugaban en posiciones similares.

No todo trauma craneoencefálico desarrolla la enfermedad, la presentación y su severidad supone necesitar traumatismos repetidos, con un riesgo incrementado cuando el tiempo entre ellos es corto. Teniendo mayor riesgo los jugadores de más edad por su menor plasticidad

neuronal respecto a los jóvenes, aunque las cascadas enzimáticas neuro destructivas sean activadas y mantenidas. (López. 2017)

Algunos factores genéticos participan en la génesis de la enfermedad. La variable alélica E4 de la Apolipoproteína E, responsable de la mayor parte del transporte de lípidos en el líquido cefalorraquídeo y mantener íntegra la estructura de los microtúbulos dentro del axón y la neurona; se relaciona con la presentación y el pronóstico de trastornos neurológicos como el Alzheimer (EA), el trauma craneal, la hemorragia subaracnoidea, la isquemia posterior a trauma, hematomas intracraneales de mayor tamaño y está asociada a daños más severos en ETC a largo plazo en boxeadores; esto último demostrado por Jordan et al .

## 1.2 Antecedentes específicos

El concepto de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) fue desarrollado en Estados Unidos entre los 1940-1965; Este concepto se desarrolló con base en los conocimientos neurofisiológicos en conjunto con observaciones y análisis de los movimientos corporales en la práctica deportiva. En su origen, el objetivo era estimular y tratar de forma activa a los pacientes con secuelas de poliomielitis. Después evolucionó por efecto de las investigaciones en los campos del aprendizaje motor, la neurofisiología y la biomecánica.

Las técnicas globales son numerosas, pueden dividirse en dos grupos: la finalidad del primero es facilitar la actividad muscular y, el objetivo del segundo es inhibir la actividad refleja anormal. (Treviño, 2016)

Debido a las manifestaciones clínicas que presenta un paciente con la patología descrita anteriormente. Como mencionarlas únicamente para reafirmar el concepto y poder entrar a las técnicas las alteraciones y/o déficit de control motor.

El control motor, es una de las bases teóricas de las especializaciones de neurorehabilitación donde se presenta su historia desde las diferentes teorías como la refleja,

jerárquica, dinámica de sistemas, ecológica entre otras y componentes que lo conforman (Pájaro& Pons, 2014).

Autores españoles describen las principales teorías de control motor, factores que influyen en el aprendizaje motor y sus aplicaciones en neurorehabilitación específicamente utilizando la facilitación neuromuscular propioceptiva como técnica efectiva de la neuro rehabilitación concluyendo que en la actualidad no existe un consenso sobre qué teoría o modelo para dar explicación al gobierno del control motor y propone que las teorías sobre el aprendizaje motor deben ser la base para la rehabilitación motor (Cano, et al., 2011).

El Doctor Rodolfo Llinás ha hecho un gran avance en el análisis del control motor desde la teoría de la conciencia y desde la neuromecánica, donde además de tener en cuenta los componentes de la ejecución del movimiento se analizan otros desde la anticipación y planeación como lo son las cualias y patrones de acción fija (Agudelo, 2015).

En conjunto con el control motor uno de los conceptos que se debe de mencionar para poder abordar las técnicas que se desean evidencias para la patología descrita, es de vital importancia mencionar el concepto para poder relacionarlo. Uno de los referentes teóricos de la facilitación neuromuscular propioceptiva desde la década de los 80 ha sido el aprendizaje motor (Agudelo, 2015).

El AM se define como un conjunto de procesos asociados a la práctica o la experiencia de una tarea motora que conduce a cambios relativamente permanentes en la capacidad de

efectuar movimientos. En la práctica se debe hacer una diferenciación importante entre el rendimiento motor y el AM: el rendimiento motor implica la adquisición de una habilidad, mientras que el aprendizaje implica tanto la adquisición como la retención del movimiento de una tarea motora específica. (Palma,2018)

En todo el proceso del AM se genera una serie de cambios en el SNC que se inicia desde la manera en que la información sensorial es procesada en el cómo esta repercute en las acciones motoras. Sin embargo, estos procesos no son directamente observables; por lo tanto, deben ser determinados mediante el examen y análisis de la forma en que cada individuo realiza una actividad motora. (Palma, 2018)

En las habilidades motoras se han descrito 3 etapas necesarias para consolidar una acción: la primera se conoce como fase cognitiva; la segunda, como fase asociativa, y la tercera, como fase autónoma. La primera etapa (fase cognitiva) se caracteriza porque el sujeto necesita pensar o razonar acerca de la secuencia del movimiento específico. La segunda etapa (fase asociativa) ocurre cuando el sujeto realiza precisiones de la tarea motora, efectuando un movimiento eficiente y variable.

Por último, en la tercera etapa (fase autónoma) el sujeto no necesita prestar atención a los movimientos y es totalmente integrado en el SNC. No obstante, para que el AM se concrete, es necesaria la práctica constante, es decir, realizar repetidamente el movimiento que implica la tarea, siendo esta la variable más importante en el aprendizaje de una habilidad motora. En síntesis, cuanto más se practica un gesto motor, más fácilmente se aprende. (Palma, 2018)

La facilitación sirve para hacer que un movimiento o una actividad sean más fáciles, en el sentido de que el gesto puede ser efectuado por el paciente de forma más coordinada desde el punto de vista de fuera, la movilidad, la estabilidad y la programación, lo que debe permitir una adaptación más precisa a la tarea y a la situación en la que se desarrolla tal actividad. La facilitación tiene como objetivo mejorar la respuesta motora mediante la estimulación de los receptores del sistema neuromuscular: nervios, cerebro y músculos. Está dirigida a los propioceptores corporales:

La técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva también implica explorar los reflejos posturales y el uso de contracciones excéntricas para facilitar la actividad muscular agonista. (Bertinchamp, 2018)

La investigación en el campo del aprendizaje motor ha demostrado que cada movimiento recurre a la estrategia para resolver un problema; Para planificar una tarea son necesarias las informaciones somatosensorial, auditiva, visual y propioceptiva. Se comprobó que para el funcionamiento del cuerpo y sus diversos sistemas de control que le permiten trabajar como unidad funcional a nivel biomecánico, muscular y en interacción con el entorno es importante la retroalimentación de la información mencionada. (Souza et al, 2014)

Un movimiento bien coordinado es posible sólo si el cerebro recibe suficientes aferencias. En el caso de las patologías que impiden al cerebro recibir, procesar o manejar las aferencias necesarias, es las estrategias para utilizar para rehabilitar lo que se debe de utilizar para manejar y adaptar los datos necesarios para que el paciente puede volver a aprender a efectuar tareas. Por lo que FNP tiene todas las herramientas necesarias, para la estimulación propioceptiva. (Bertinchamp,2018)

Se habla acerca de esquemas en los cuales al estudiarlos se comprobó que cada movimiento es tridimensional y que incluye los componentes respectivos de flexión o extensión, abducción o aducción, rotación interna o externa. A partir de la comprobación los autores desarrollaron esquemas tridimensionales para los miembros superiores, inferiores, tronco y cara. Al momento de implementar la técnica el terapeuta debe de respetar los esquemas durante la facilitación con el fin de obtener un movimiento económico y coordinado;

Cada esquema se denomina según la posición de llegada de los componentes de la articulación proximal. (Sharma,2017)

Se ha afirmado que una contracción muscular resistida aumenta la estimulación cortical, en FNP la resistencia sirve para facilitar un movimiento o una actividad, pero nunca un músculo solo, producida en la dirección opuesta al movimiento y en los tres planos del espacio, el objetivo es facilitar la coordinación inter e intramuscular para hacer trabajar los grupos musculares de forma sinérgica. La resistencia aplicada con una intensidad óptima y adaptada a la situación del paciente y en función a su objetivo sirve para facilitar el aprendizaje de un movimiento o de una actividad. (Guitierrez, 2018)

Para generar una resistencia óptima se debe de tomar en cuenta; la estimulación táctil correcta la posición del paciente y la dinámica corporal del terapeuta. En estudios realizados para la eficacia en tratamiento de rehabilitación en un ambiente controlado en diferentes grupos de pacientes neurológicos se mostró resultados positivos en la frecuencia de paso y velocidad de la marcha, esto debido a que el enfoque principal fue corroborar que las técnicas de FNP con método para promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular a través de la estimulación de los propioceptores. (Gunning, 2018)

## CAPÍTULO II

Este capítulo se denomina planteamiento de problema, este capítulo contiene información relevante acerca de encefalopatía traumática crónica en pacientes retirados de deportes de alto impacto. Se presenta también a la facilitación neuromuscular propioceptiva como una alternativa de tratamiento. Se justifica la investigación a partir de la magnitud, el impacto, la vulnerabilidad que la patología presenta. Se finaliza con un objetivo general y tres objetivos particulares.

### **2.1 Planteamiento del problema**

Las lesiones deportivas se han definido como la alteración o daño de un tejido afectando el funcionamiento causado por la práctica de deporte, los deportes de alto rendimiento como el fútbol americano generan mayor riesgo de presentar lesiones, dentro de su incidencia las tasas varían entre 1,7 y 53 lesiones por 1,000 horas de práctica deportiva,

entre 0,8 y 90.9 por 1,000 horas de entrenamiento. Entre 3,1 y 54,8 por 1,000 horas de competición y de 6,1 y 10,9 por 100 juegos.

La gran variación entre las tasas se explica por las diferencias existentes entre países, el nivel competitivo y las edades, en las cuales nos centramos es en las lesiones de cabeza durante la práctica deportiva debido a que el trauma de cráneo es uno de los principales desencadenantes para una encefalopatía. (Osorio, 2007)

En México el TCE es la tercera causa de muerte que corresponde a muertes con 35,567 defunciones con mortalidad de 38.8 por cada 100 mil habitantes. En pacientes con traumatismo craneoencefálico se presenta un porcentaje considerable en pacientes en edades que oscilan entre los 20 a los 35 años con secuelas en edades más avanzadas; se considera que la edad es mejor pronóstico que la severidad del trauma. (Helena C. 2016)

En México es escasa la información e investigación al respecto, un trabajo que da luz en torno a esta problemática se gestó en la universidad autónoma del estado de Hidalgo bajo el liderazgo del Dr. Mario I. Ortiz Ramírez su estudio tuvo el propósito de conocer la prevalencia de conmociones cerebrales en la práctica deportiva. El cual se dedicó a determinar las puntuaciones de referencia en deportista mexicanos en el cual se evaluó los síntomas y signos de una conmoción cerebral, cabe de mencionar que en México no existían reportes publicados sobre la frecuencia de conmoción cerebral causada en la práctica deportiva ni evaluaciones basales. (Ana G. 2016)

En Contexto con lo anterior cabe mencionar que el fútbol americano como deporte obtiene su existencia en tierras mexicanas desde la década de los 90 en donde los universitarios practicaban el mismo (Gerardo O. 2010). Por lo que es de mayor importancia

conocer el porcentaje de las personas con secuelas de los traumatismos a los cuales estaban sometidos desde sus edades tempranas y cómo repercute hoy en día en ellos.

En Estados Unidos se reportan aproximadamente 2,5 millones de casos por lesiones cerebrales traumáticas, debido a la importancia que ha cobrado la patología desde la primera vez que fue mencionado en 1928 hasta la fecha, varios investigadores han reunido esfuerzos para identificar los cambios degenerativos en las poblaciones con algún tipo de riesgo; se estudiaron 14 hombres ex futbolistas que iniciaron su vida deportiva desde la infancia o adolescencia con un promedio de duración de 26 años, 10 de ellos se presentaron con déficit motor coexistente, con una edad promedio de inicio de los síntomas de 63 años y una duración aproximadamente de 10 años (Ling, 2017)

Del mismo modo se considera de evidencia un estudio en el cual se tomó 85 donantes de cerebro con un historial de lesión cerebral traumática leve, de estos 80 eran atletas, de los cuales 16 eran jugadores de fútbol americano de los cuales 1 era sintomático (Mckee et al, 2013)

Se estudiaron 202 jugadores de fútbol americano, encontrando 117 jugadores con diagnóstico de encefalopatía traumática crónica relacionado con el grado de profesionalismo del juego, 84 de los participantes con patología severa, de los cuales 75 presentaban síntomas de á trastorno (Mez et al, 2017).

Aunque esta patología está siendo cada vez más estudiada se requiere más investigaciones que incluyan el tiempo de exposición que se requiere para la progresión de la enfermedad e indudablemente los jugadores de contacto en este caso jugadores de fútbol

americano hacen la parte de la población más afectada (López et al, 2017), en el cual a cierta etapa de la enfermedad surge alteración motora afectando la independencia del paciente.

Mencionado lo anterior se dice que en la actualidad las técnicas relacionadas con el control motor han sido abordadas en la neurorrehabilitación como un punto importante en los procesos de intervención entre ella se menciona la facilitación neuromuscular propioceptiva. El control motor es la habilidad para regir el mecanismo del movimiento, ejecución de los procesos que conducen al movimiento humano normal, así como factores que conducen a la interrupción de tales habilidades y el aprendizaje motor es un conjunto de procesos internos asociados con la práctica o la experiencia que implica cambios relativamente permanentes en la capacidad para producir una acción competente; A nivel mundial en países como USA, Canadá, Italia, España, Japón, Nueva Zelanda, Alemania, Holanda son los países que han publicado mayormente acerca de la técnica.

En México de acuerdo al censo del 2010, 5.739.270 habitantes (5.1% de la población) tiene algún problema de limitación funcional: 58.3% dificultad para caminar o moverse, 27.2% para ver, 12.1% para escuchar, 8.3% para comunicarse, 5.5% para atender su cuidado personal, la historia de la rehabilitación se remonta desde los finales de siglo XIX en todo el país. (Juan G. 2016) se menciona que la neurorrehabilitación busca entender mejor la verdadera naturaleza del deterioro neurológico en el individuo y las posibles formas de sobreponerse al insulto neural, es decir más allá de evaluar, diagnosticar o pronosticar, dicho de otra forma, es mucho más que realizar terapia física. (Jaime B. 2012). Actualmente en México existen diversas instituciones que ofrecen la oportunidad de realizar estudios superiores enfocados en esta técnica sin embargo aún no existe evidencia actual de estudios realizados focalizados en dicha técnica.

En Guatemala según el Consejo Nacional Para la Atención de las Personas con Discapacidad en su encuesta indica que el 10.2% de la población cuenta con una discapacidad, es decir, cerca de 1.6 millones de personas. La prevalencia de discapacidad fue mayor en la región central 15.7%, y se destaca que una de cada tres familias vive al menos una persona con discapacidad. Esta prevalencia incrementa con la edad, en jóvenes y adultos de 18 a 49 años, la tendencia aumenta al 12% y en personas mayores a 50 años es el 26%, incluyendo a personas que son discapacitadas luego de un accidente como es el traumatismo craneal. (Conadi, 2017)

Cabe de mencionar que según recientes investigaciones indica que Guatemala invierte poco en población con discapacidad, el informe sobre la evaluación del gasto destinado a la defensa de los derechos de la población con discapacidad revela que se invierte tan solo el 0.68% del presupuesto General de la Nación, que, al hacer el cálculo, se destina en promedio, menos de Q100 a cada persona. (Ola, 2019)

Sin embargo, en investigación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, en su manual de Manejo rehabilitador del Ictus. Propone el tratamiento no farmacológico y en ello la fisioterapia la utilización de métodos de neurorehabilitación para pacientes con algún déficit motor. No existe alguna otra evidencia científica acerca del uso masivo de la neurorehabilitación en Guatemala. (Cambranes, 2014)

Como parte de las técnicas con base científica el FNP es una de las cuales se debe de mencionar como parte de la neuro rehabilitación; Emplea diferentes combinaciones sensoriomotoras para promover el aprendizaje motor, estableciendo un equilibrio entre músculos agonistas y antagonistas mediante inervación recíproca (de oliveira, 2018)

Con lo anterior surge la pregunta ¿Cuáles son los efectos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el sistema motor para pacientes retirados de deportes de alto impacto con diagnóstico de encefalopatía traumática crónica en fase III?

## 2.2 Justificación

La encefalopatía traumática crónica es una enfermedad neurodegenerativa fruto de la acumulación de numerosos traumatismos craneoencefálicos los cuales según la OMS son una epidemia desatendida en los países en desarrollo, ocasionan más de cinco millones de muertes al año, según “Global Burden of disease and risk factors” estudió que desde 1990 hasta el presente año 2020 los traumatismos constituyen de un 15% a un 20% en aumento de los problemas de salud mundial en países con ingresos bajos y medios.

Como factor de riesgo se encuentra asociado a la exposición de contusiones, el cual es evidente es una de las principales afectaciones en la vida de un paciente jugador de fútbol americano, al reconocerse como un factor de riesgo y sobretodo como una enfermedad degenerativa en la cual en una etapa se presenta las alteraciones de los movimientos que se desencadena no solo como una afectación neurológica sino también como una afectación a nivel músculo esquelética

Debido a la afectación mayor en esta patología y las consecuencias que presenta, la facilitación neuromuscular propioceptiva como una técnica de neurorehabilitación al ser una forma de terapia que involucra a un conjunto de técnicas que engloba la intervención para poder llegar a un estado de salud integral, que se interviene el sistema músculo esquelético, pero a su vez para poder rehabilitar en una forma adecuada este sistema lo hace interviniendo desde raíz los problemas que se ven afectados.

Se identifica la necesidad de realizar una revisión bibliográfica de intervención fisioterapéutica con neurorehabilitación debido a que se muestran estudios recientes en los cuales muestra la prevalencia de esta patología en dicha población de atletas y estudios de como la técnica ayuda a una rehabilitación integral en pacientes afectados con enfermedades del mismo ámbito.

El trabajo busca explicar los beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva como una técnica de neurorehabilitación en el sistema motor para pacientes retirados de deportes de alto impacto con diagnóstico de encefalopatía traumática crónica en una etapa de alteración motora.

Se requiere de un profesional capacitado en dicha técnica para poder llevarla a cabo, un lugar en donde el paciente se sienta cómodo y protegerlo de cualquier adversidad que se encuentre en su entorno debido al grado de vulnerabilidad que él se encuentra. Además, un entorno adecuado para poder realizar las maniobras que deben realizarse adecuadamente conservando la integridad del paciente y del profesional a cargo.

## 2.3 Objetivos

### 2.3.1 Objetivo general

Evidenciar los efectos de la Facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje para pacientes retirados de deportes de alto impacto con diagnóstico de encefalopatía traumática crónica en fase III.

### 2.3.2 Objetivos Específicos

1. Reconocer el proceso fisiopatológico de encefalopatía traumática crónica con alteración motora para pacientes retirados de deportes de alto impacto para enfatizar el daño neuronal.
2. Relacionar las estructuras afectadas con las manifestaciones clínicas del paciente para revisar en la literatura las propuestas de intervención fisioterapéutica que rehabilitan integralmente al paciente
3. Describir la dosificación propuesta de Facilitación neuromuscular propioceptiva por diversos autores en el manejo de pacientes con encefalopatía traumática crónica fase III para pacientes retirados de deportes de alto impacto.

## CAPÍTULO III

### Marco Metodológico

El marco metodológico de investigación está constituido por la descripción de los materiales utilizados y el método empleado. En lo que se refiere a materiales se presenta en una tabla de buscadores y en una gráfica de fuentes. En lo tocante al método se expone el enfoque, el tipo y el método de estudio, así como el diseño de la investigación. Se finaliza con la descripción de los criterios de selección a partir de una inclusión y una exclusión.

#### **3.1.1 Materiales y Métodos**

Tabla de buscadores

Buscador	Definición	Palabras Claves
Elsevier	Es la mayor editorial de libros de medicina y literatura científica del mundo, forma parte	Encefalopatía, traumatismo craneoencefálico, proteína tau.

	grupo RELX y fue fundada en 1880.	
Dialnet	Es uno de los mayores portales bibliográficos del mundo, cuyo principal cometido es dar mayor visibilidad a la literatura hispana, además es un sistema de alertas informativas y una plataforma de alojamiento de contenidos a texto completo.	Anatomía, encéfalo, cerebro,
EBSCO	Base de datos de información científica sobre medicina, física, química, educación y otros campos, ofrece textos completos, índice y publicaciones periódicas académicas.	ETC, facilitación neuromuscular propioceptiva Encéfalo, SNC
Pubmed	Es un motor de búsqueda de libre acceso que permite consultar principal y mayoritariamente los contenidos de la base de datos MEDLINE, aunque también una variedad de revistas científicas de similar calidad pero que no son parte de medline. A través de este buscador es posible acceder a referencias bibliográficas y resúmenes de estos artículos de investigación biomédica.	Encefalopatía traumática crónica, alteración motora.
Google Académico	Es un buscador que te permite localizar documentos académicos como artículos, tesis, libros y resúmenes de fuentes diversas como editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios	Deportes de alto impacto, traumatismo craneal, proteína tau, encéfalo, facilitación propioceptiva.

	de preprints, universidades y otras organizaciones académicas	
--	---	--



### **3.1.2 Variables**

**3.1.1.1 Independiente:** Es la que cambia o es controlada para ver sus efectos en la variable dependiente. Puede valerse por sí sola o no es afectada por nada de lo que haga el investigador ni por otra variable dentro de la misma investigación, es la variable que puede ser manejada o manipulada sistemáticamente por el investigador, cuyos cambios controlados tienen un efecto directo en la variable dependiente. Karl L. (2004)

**3.1.1.1 Dependiente:** Es la que es afectada por la variable independiente. Se trata del efecto, de lo que se mide. Es el foco del estudio en general en cual el investigador centra sus observaciones y mediciones, para ver como su comportamiento responde a los cambios controlados. Andale (2014)

Tipo	Nombre	Conceptual	Operacional
Independiente	Facilitación neuromuscular Propioceptiva (Hernandez,2015)	Se basa en el desarrollo motor normal, de manera que en las actividades motoras normales el sistema nervioso reconoce el movimiento total y no la acción muscular individual. Método de reprogramación sensoriomotora que intenta producir excitaciones en el sistema nervioso y provocar respuestas motrices a partir de estimulaciones sensoriales superficiales como táctiles y profundas	Proceso por el cual en base de una serie de pasos se emplean para explorar y demandar específicamente respuestas fisiológicas por parte del sistema neuromuscular,
Dependiente	Alteración Motora	Tras una lesión cerebral, una de las secuelas más importantes es la alteración en el control motor que se define como la capacidad de regular o dirigir los mecanismos esenciales del movimiento. Entre las cuales pueden existir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plejías</li> <li>• Parálisis</li> <li>• Patrones de alteración de la función motora</li> <li>• Paraplejía</li> <li>• Alteración de tono muscular</li> <li>• Cambiar acorde a</li> </ul>	Luego de una lesión de alto impacto dirigida en el área cerebral se presentan consecuencias importantes que generan alteraciones en la función normal del paciente, en este caso se presenta una serie de características motoras que se presentan específicamente en la patología siendo una de las fases de sintomatología de la misma.

### **3.2 Enfoque de investigación**

“Estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales entrevista, experiencia personal, historias de vida, observaciones,

textos históricos, imágenes, sonidos – que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas”. (Rodríguez et. Al, 199

Esta investigación está dirigida en un enfoque cualitativo debido a que se busca analizar en base a una revisión bibliográfica los beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva como una aplicación de rehabilitación para la mejora de la calidad de vida del paciente.

### **3.3 Tipo de estudio**

En el estudio explicativo se dice que busca encontrar razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos, su objetivo es explicar por qué ocurre un fenómeno; implican esfuerzos del investigador y una capacidad de análisis, síntesis e interpretación. (Rodríguez et. Al, 1996). Por lo que se delimita que esta investigación es de tipo explicativo debido a que se busca realizar una investigación por medio de revisión bibliográfica para conocer los beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en una etapa de alteración motora en encefalopatía traumática crónica.

### **3.4 Método de estudio**

Como método de estudio se describe que es los detalles de la forma en que se ha llevado a cabo la investigación por lo que el método en esta investigación es inductivo-deductivo debido a que la descripción el método inductivo estudia y conoce las características genéricas o comunes; plantea un razonamiento ascendente que fluye de lo particular o individual hasta lo general.

Y el método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos enunciados contenidos en proposiciones formuladas con anterioridad, permite generalizar y progresar en el conocimiento estudiado anteriormente. José A. (2014)

Debido a que esta es una investigación basada en una revisión bibliográfica en investigaciones estudiadas anteriormente para delimitar la razón de la patología desde lo general a lo específico y el efecto que puede tener la técnica elegida en una de sus fases y sintomatología específica.

### **3.5 Diseño de la investigación**

Esta investigación es de tipo no experimental debido a que esta se define como aquella investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan contexto natural para después analizarlos. Por lo que esta investigación es únicamente una revisión bibliográfica y no se llevó a cabo estudios manipulando variables o población. Sampieri (2008)

## **3.6 Criterios de selección**

**3.6.1 Criterios de inclusión** Se utilizó artículos que incluyeran las palabras claves:

- -Trauma craneoencefálico
- -Encéfalo
- -Encefalopatía
- -Lesiones deportivas
- -Encefalopatía traumática crónica

Se utilizó artículos en español e inglés, artículos relacionados con sintomatología y definición de la patología, artículos recientes que no pasen los 5 años de antigüedad, artículos relacionados con deportes de alto impacto.

**3.7 Criterios de exclusión** Artículos en alemán, portugués, bibliografía de cirugía o farmacología, artículos que no incluyeran la palabra encéfalo o sistema nervioso, bibliografía que no estén relacionados con deportes de alto impacto, artículos pediátricos, artículos geriatría

## **CAPÍTULO IV**

El capítulo IV presenta los resultados de la investigación. Se divide en cuatro apartados. En el primero de ellos se consigna información referente a los artículos que reportan estudios experimentales acerca de los hallazgos de los beneficios terapéuticos de la facilitación neuromuscular propioceptiva en el abordaje de la encefalopatía traumática crónica en estadio 3 en deportistas de alto impacto retirados.

El segundo es una discusión de los resultados a partir de la revisión de los estudios expuestos que muestran los resultados positivos de la rehabilitación al utilizar la técnica expuesta. El tercero es la conclusión en la que se reporta si los objetivos planteados fueron alcanzados. Finalmente están las perspectivas que este trabajo tiene una vez finalizado.

## 4.1 Resultados

En esta investigación se recolectaron una cantidad específica de bibliografías para poner en evidencia los beneficios terapéuticos para la rehabilitación de la fase número 3 de encefalopatía traumática crónica. En los siguientes apartados se presentan los resultados encontrados en dichos artículos

Se demostró que la facilitación neuromuscular propioceptiva es una técnica de rehabilitación adecuada para los pacientes que presentan manifestaciones clínicas como resultado de la patología expuesta.

Según Andrade 2017 en su artículo encefalopatía traumática crónica; En un estudio se demostró que en las proteínas del citoesqueleto en la corteza y el hipocampo se generaban cambios por traumas leves a repetición, pero cuando se menciona que eran traumas únicos no se presentaban ningún cambio; se comprobó esto luego de que en un segundo trauma en un tiempo que era menor de 24 horas era mayor la vulnerabilidad del tejido de la estructura encefálica. Luego en una nueva investigación se observó que si los traumas ocurrían en espacios de tiempo cortos y repetitivos las lesiones eran mayores, como consecuencia a la susceptibilidad cerebral debido al trauma se conecta a diversos procesos celulares como: disfunción metabólica lo cual se relaciona a un estado energético mitocondrial reducido, demandas metabólicas aumentadas y reservas energéticas disminuidas con relación a ATP/DTP baja y relación lactato/piruvato aumentado. Y seguido de este proceso se ve reflejado la estimulación de canalopatía sodio axonal lo que aumenta las respuestas de la lesión

En un principio se decía que un componente mecánico el cual era la fuerza de cizallamiento era el que desencadenaba el daño de membrana axonal, luego de esto el cambio en la investigación comprueba que cambios en la barrera hematoencefálica pueden llevar a que proteínas como las proteínas séricas funcionen como desencadenante de antígenicos, por lo que la cascada de enzimas que producen la inflamación y reparación se modifican por lo que a consecuencia alteran el funcionamiento del sistema nervioso central.

La fisiopatología de la encefalopatía traumática es muy variada debido a la relación con las estructuras del SNC que puede llegar a sufrir algún daño, esta puede extenderse desde una hipoxia hasta una necrosis, sin embargo, algunos autores describen que existen algunos otros procesos fisiopatológicos involucrados como se muestra en la siguiente tabla:

Estructura	Función	Fisiopatología	Autor/Año	Título
Cuerpo calloso	Comisura interhemisférica más importante con función de intercambio de información para que ambos lados del cerebro trabajen de forma coordinada	El cuerpo calloso comprende alrededor de 190 millones de axones organizados los cuales forman conexiones entre regiones distantes de la corteza cerebral lo cual facilita la integración de la información motora y sensorial de los dos lados del cuerpo, al tener una alteración en el sistema ventricular como es una amplitud de ventrículo lateral y tercero esto hace que altere la organización del cuerpo calloso y como consecuencia ocurra una alteración en las conexiones que facilitan la	Rodríguez (2019)	Abordaje diagnóstico de las alteraciones del cuerpo calloso

		integración de información motora		
Atrofia cerebral	Control de movimientos voluntarios, habla, inteligencia, memoria, emociones y procesos de información que recibe a través de los sentidos	Luego de una lesión cerebral traumática la configuración de la proteína tau la cual está vinculado en la estabilización de las fibrillas de los microtúbulos, por lo que al modificar la configuración de dicha proteína se disocia los microtúbulos por medio de mecanismos de calcio intracelular lo cual expone sitios a una fosforilación, a su vez se forman ovillos neurofibrilares lo cual altera el transporte axonal lo que conlleva a la muerte celular.	Mendoza (2017)	Encefalopatía traumática crónica
Daño axonal	Envío de información de una neurona a otra	Alteración de la integridad y capacidad funcional de los axones, acumula una proteína precursora del beta amiloide dentro de este. Esta proteína se encuentra normalmente presente, se produce en los axones y no se detecta pero cuando existe una lesión en el axón, esta proteína actúa como un reactante de fase aguda y se acumula distendiendo los axones	Ramirez, (2017)	Generalidades de trauma cráneo encefálico en medicina legal

Como segundo objetivo;

Relacionar las estructuras afectadas con las manifestaciones clínicas del paciente para revisar en la literatura las propuestas de intervención fisioterapéutica que rehabilitan integralmente al paciente

De acuerdo con diversos autores, existe una gran cantidad de variedad entorno a las manifestaciones clínicas que se pueden presentar de acuerdo a las zonas donde se produce la lesión, de modo que en la siguiente tabla se evidencia las estructuras y la función que se puede lesionar de acuerdo a algunos autores:

ESTRUCTURA	MANIFESTACIÓN CLINICA	AUTOR/AÑO	Título del artículo
Cuerpo caloso	Alteración en la coordinación, alteración en tono muscular	Aljure ( 2017)	Alteración de la conectividad cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave crónico
Atrofia Cerebral	Alteraciones de funciones tónicas cerebelosas, piramidales y sensitivas.	Labbe (2021)	Atrofia Cerebral regional relacionado con el deterioro de funciones y cognición social

Lóbulo frontal	Alteración de funciones ejecutivas	Vales (2019)	Trauma craneoencefálico
Lóbulo Parietal	Alteraciones sensoriomotoras a procesos discapacitantes en áreas del aparato locomotor	Vales (2019)	Trauma craneoencefálico

Y como tercer objetivo específico se propuso describir la dosificación propuesta por diversos autores en el manejo de pacientes con encefalopatía traumática crónica en fase 3 para pacientes retirados de deportes de alto impacto

Efectos del fortalecimiento del núcleo con facilitación neuromuscular propioceptiva pélvica sobre el tronco, el equilibrio, la marcha y la función en el paciente neurológico (Vishal, 2017) En este estudio se evaluó los efectos al utilizar FNP sobre el deterioro del tronco, equilibrio y marcha y la capacidad funcional de los pacientes con alteraciones motoras, la facilitación neuromuscular propioceptiva ayuda a mejorar el control de la pelvis, que es un punto clave para mantener el control del tronco, la marcha y el equilibrio mediante la estimulación de la propiocepción muscular y articular, los estudios demuestran que la musculatura central incluye músculos del tronco y la pelvis que son responsables de mantener la estabilidad de la columna y la pelvis;

En estudios previos se demostró que el sistema nervioso central inicia la contracción de los músculos abdominales y multífidos en forma de retroalimentación antes que el motor primario de la extremidad inferior para estabilizar la columna, por lo que al realizar un estudio en 23 pacientes utilizando la técnica mencionada durante 30 minutos en un periodo de tiempo de 6 meses se encontraron que tiene un efecto significativo sobre los parámetros de la marcha y la movilidad funcional en pacientes con alteraciones motoras.

Efectividad del método de facilitación propioceptiva sobre los parámetros de la marcha en pacientes con alteraciones motoras (Gunning, 2019) En este estudio se analizó la eficacia global del concepto de FNP como enfoque de rehabilitación en una variedad de sujetos incluyendo pacientes con enfermedades neurológicas, aunque todos los estudios incluidos en este estudio utilizaron a FNP como principal intervención, las técnicas de tratamiento en estudios fueron variadas

En uno de los estudios fue incluida la técnica de FNP con resistencia pélvica y patrones de movimiento de las extremidades inferiores y entrenamiento de la marcha; El entrenamiento de la marcha involucró resistencia aplicada al paciente, en otra de las técnicas se incluyó la iniciación rítmica, inversión lenta y reversión agonística de la pelvis.

La dosis de tratamiento también difirió entre los estudios, pero en una media la dosis a considerar fue de un mínimo de 45 minutos de cada terapia apropiada al menos 5 días a la semana.

La técnica de FNP resultó en una mejora significativamente mayor en el resultado de la marcha en pacientes con alteraciones motoras a comparaciones de los ejercicios convencionales, los ejercicios y en general en cuanto a su intensidad y el número de repeticiones tiene limitantes en los objetivos a tratar específicamente para este tipo de pacientes

Facilitación neuromuscular propioceptiva en la mejora de algunas capacidades físicas (Fernández 2015) Menciona la efectividad de la facilitación muscular propioceptiva para provocar un desarrollo de las capacidades físicas de flexibilidad, fuerza y rapidez significativamente superior a los métodos tradicionales, los beneficios que genera la flexibilidad para la condición física como el aumento de la temperatura muscular, disminución de dolor, aumento de rango de movimiento de una articulación, tolerancia al estiramiento.

En este estudio el método se realizó por un periodo de 3 meses sin existir, se establecieron comparaciones en cuanto al efecto que provocan los métodos tradicionales y la de FNP en el desarrollo de las capacidades físicas, por medio de la técnica de FNP que se utilizó el objetivo era conseguir la inhibición de los reflejos del estiramiento, el tiempo de trabajo de esta técnica fue adaptado, buscando semejanza con el estático pasivo en lo que a tiempo se refiere. Quedó demostrado que el método de facilitación neuromuscular propioceptivo provoca un desarrollo de las capacidades físicas de flexibilidad, fuerza y rapidez significativamente superior a los métodos tradicionales.

Como resultado de las evidencias en la bibliografía se dice que la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva luego de una dosificación adecuada es una de las técnicas con mayor resultado positivo para la rehabilitación de los pacientes con manifestaciones clínicas como es las alteraciones motoras

## 4.1 Discusión

Facilitación neuromuscular propioceptiva	Guiu, 2017	Revisión bibliográfica	Identifica la eficacia del enfoque de la facilitación propioceptiva en la rehabilitación para mejorar las actividades básicas de la vida diaria y la calidad de vida; indica que gran parte del enfoque de la neurorrehabilitación al utilizar estos métodos es la recuperación de los movimientos deteriorados y funciones asociadas; indica que en una rehabilitación óptima aborda de manera efectiva los componentes, codificados por la CIF con el objetivo de una calidad de vida satisfactoria como la percibe el individuo. Utilizando también diferentes escalas de evaluación para así poder determinar una disfunción específica para llevar a cabo objetivos con un determinado fin
Efecto de un protocolo de facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el equilibrio postural	Silva, 2017	Se realizó durante 4 semanas, los cuales al realizarlos se utilizaron 3 principios específicos los cuales fueron; iniciación rítmica, sostenimiento-relajación y reversión de antagonistas, utilizando pruebas como timed up and go, rango funcional comparando antes y después del tratamiento	En este estudio su objetivo principal es evaluar los efectos de la facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el equilibrio en pacientes con alteraciones motoras, estas personas presentaron una mayor activación de músculos plantares y el área plantar disminuyó después del protocolo utilizando con FNP, la velocidad de la marcha y el alcance funcional mejoraron luego de los ejercicios
Influencia de la facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el tono muscular y amplitud del movimiento en pacientes infectados por HTLV-1	Costa, 2017	Grupo de pacientes que debido a su patología presentaron disfunciones motoras fueron sometidos a una evaluación fisioterapéutica funcional con verificación de ROM por medio de goniometría y evaluación de tono y espasticidad mediante la escala de ashworth modificada, utilizando índice de barthel para	En este estudio se presentó la rehabilitación por medio de la facilitación neuromuscular propioceptiva para el tono muscular y rango de movimiento con espasticidad; se observó una reducción del tono muscular es grupos musculares específicos pudiendo incluso llegar a normalizarse en algunos pacientes además de la ganancia de rango articular los mismos deben de explicarse por la reducción de la espasticidad al utilizar la técnica de FNP

		medir independencia de pacientes	
Efecto del movimiento de coordinación utilizando el patrón de FNP bajo el agua sobre el equilibrio y la marcha de los pacientes con accidente cerebrovascular	Dong, 2015	Grupo de 20 pacientes con diagnóstico de accidente cerebrovascular mediante tomografía computarizada y resonancia magnética recibieron tratamiento durante 30 minutos al día cinco veces a la semana durante 6 semanas, utilizando patrón FNP de velocista, en donde el miembro superior derecho y el miembro inferior izquierdo están en flexión, aducción y rotación externa, simultáneamente, el miembro superior izquierdo y el miembro inferior derecho están en extensión, abducción y rotación interna	Este estudio su objetivo fue investigar el efecto del movimiento de coordinación utilizando el patrón de FNP bajo el agua sobre el equilibrio y la marcha, luego de las sesiones se mostró una mejora en la capacidad del equilibrio después de aplicar el movimiento de coordinación utilizando FNP debido a que se estimula un sentido propioceptivo de los músculos y tendones, durante el movimiento en coordinación utilizando el dicho patrón bajo el agua, el cual el agua proporciona resistencia y ayuda a fortalecer la musculatura utilizada.

## 4.2 Conclusión

Luego de ser realizada la investigación con fuentes asertivas se llega a la conclusión que es de vital importancia conocer como primer lugar las alteraciones anatómicas que se presentan luego de un trauma como se ha descrito en esta investigación y las repercusiones fisiológicas que conlleva como por ejemplo se llega a la conclusión que debido a las lesiones traumáticas a nivel del cráneo en una carrera deportiva en deportes de alto impacto como lo es el boxeo, soccer y fútbol americano, se puede desarrollar alteraciones que conllevan a una entidad de deterioro neurológico conocido como la encefalopatía traumática crónica que al mismo tiempo se describe como trastornos cerebelosos o extrapiramidales que llevan a una presentación clínica como disartria, déficits motores entre otros.

Los cuales al realizar esta investigación se da a conocer que según la bibliografía se produce un fenómeno de inmunotoxicidad y alteración en la membrana de la axolema, de los microtúbulos axonales y las neuronas, permitiendo y el depósito de proteína tau, postulado como responsable principal del deterioro neuronal.

Es de mayor importancia involucrar estos conocimientos ya que con estos se lleva a conocer la raíz de la situación y así poder generar una rehabilitación de la manera adecuada.

Si bien se describen los efectos fisiológicos de la patología presentada, la fisioterapia causa un efecto en el paciente en las repercusiones motoras, en la cual se presenta que por

medio de la participación de la Facilitación neuromuscular propioceptiva ya descrita se genera una mejor significativa.

Como bien la describe la bibliografía, la facilitación neuromuscular propioceptiva es un método integral, cada tratamiento se dirige a la globalidad del ser humano, no a un problema específico o segmento corporal. El enfoque de tratamiento es siempre positivo, reforzando y empleando lo que el paciente pueda hacer, en un nivel físico y psicológico, y la meta principal de todo tratamiento es ayudar a los pacientes a alcanzar su nivel de funcionalidad más alto.

La eficacia del tratamiento con facilitación muscular propioceptiva se deriva de las características fisiológicas del ser humano en el que, a diferencia de otros animales, la propiocepción domina al laberinto, así las demandas o estímulos específicos que utiliza la facilitación neuromuscular propioceptiva tienen un efecto facilitador sobre el sistema neuromuscular por que producen estimulación de los propioceptores.

El apartado anterior y los resultados que arrojan la investigación es por la cual se desarrolló la relación de la patología con la técnica ya que se encuentra la respuesta a uno de los problemas principales en los pacientes que presentan la patología descrita.

## **Perspectivas**

La presente investigación aspira que a través de la recolección de información de fuentes confiables se describa la anatomía y fisiología afectada por la patología conocer el funcionamiento de cada uno y analizar las manifestaciones clínicas para obtener el conocimiento adecuado y así poder actuar; así mismo comprobar que la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva es viable para la recuperación de la tercera fase de la encefalopatía traumática crónica, como se evidencia la técnica que hoy en día es conocida mundialmente es la facilitación neuromuscular propioceptiva la cual arrojan los resultados de los trabajos actuales en los campos de la neurofisiología, del análisis del movimiento, del aprendizaje motor y de la biomecánica confirman que esta técnica sigue vigente y es efectiva en corto, mediano y largo plazo para la recuperación funcional del paciente; así mismo esta investigación pretende ser una herramienta útil para los fisioterapeutas en general y los dirigidos a la fisioterapia en el deporte que estén en búsqueda de información de la patología y los efectos de la técnica resultados de los trabajos actuales en los campos de la neurofisiología, del análisis del movimiento, del aprendizaje motor y de la biomecánica confirman que esta técnica sigue vigente y es efectiva en corto, mediano y largo plazo para la recuperación funcional del paciente; así mismo esta investigación pretende ser una herramienta útil para los fisioterapeutas en general y los dirigidos a la fisioterapia en el deporte que estén en búsqueda de información de la patología y los efectos de la técnica

## Referencias Bibliográficas

- Agudelo, L. S., Nieto, M. L., del Carmen Montero, J., & Hurtado, O. L. M. (2015). Referentes teóricos de fisioterapia en Neurorehabilitación, Una Revisión Sistemática Exploratoria. *Movimiento Científico*, 9(1), 67-72. Recuperado de: <https://revmovimientocientifico.iberro.edu.co/article/view/858>
- Bernal, M. P., Lema, C. H., Pérez-Parra, J. E., Amezquita-Londoño, A. P., Apolinar-Joven, L. Y., Arias-Becerra, L. J., ... & Mariño-Neira, C. M. (2020). Efecto de un programa de intervención basado en reaprendizaje motor sobre el control postural en adultos con hemiparesia. *Fisioterapia*, 42(1),5-16. Doi: 10.1016/j.ft.2019.09.001
- Briones-Torres, C. A., Echeverría-Vargas, J. A., García-Ramos, G. S., Noffal-Nuño, V., & Pérez-Jáuregui, J. (2018). Estudio de las proteínas 14-3-3 y Tau como biomarcadores en pacientes con enfermedades neurodegenerativas de origen no determinado. Experiencia en el Laboratorio de Patología Clínica de Médica Sur. *Médica Sur*, 21(3), 116-119. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2014/ms143a.pdf>
- Caixeta, L., Dangoni Filho, I., Sousa, R. D. D., Soares, P. P. D., & Mendonça, A. C. R. (2018). Extending the range of differential diagnosis of chronic traumatic encephalopathy of the boxer: Insights from a case report. *Dementia & neuropsychologia*, 12(1),92-96. Doi: 10.1590/1980-57642018dn12-010014
- Chrisman, S. P., Whitlock, K. B., Somers, E., Burton, M. S., Herring, S. A., Rowhani-Rahbar, A., & Rivara, F. P. (2017). Pilot study of the Sub-Symptom Threshold Exercise Program

(SSTEP) for persistent concussion symptoms in youth. *NeuroRehabilitation*, 40(4),493-499.

Doi: 10.3233/NRE-161436

Cini, A., de Vasconcelos, G. S., Soligo, M. C., Felappi, C., Rodrigues, R., Aurélio Vaz, M., &

Lima, C. S. (2020). Comparison between 4 weeks' passive static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation programmes on neuromuscular properties of hamstring muscles: a randomized clinical trial. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 27(3),1-11. Doi: 10.12968/ijtr.2018.0104

Cruz, A. C. M. (2017). Aproximación teórica de la intervención de Fisioterapia en neurorehabilitación desde el aprendizaje motor en pacientes con evento cerebrovascular. *Movimiento Científico*, 11(2), 73-80. Doi: 10.33881/2011-7191.mct.11204

Costa Kelly, Bahia Tatiane. (2018). Influencia de la facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el tono muscular y la amplitud del movimiento en pacientes infectados por HTLV-1. *Rev. Soc. Brasa Med Trop*, 51 (4), 550-553.

Cayco, CS, Gorgon, EJR, Lazaro, RT, Efectos de la facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el equilibrio, la fuerza y la movilidad de un adulto mayor con accidente cerebrovascular crónico: reporte de caso, *Revista de terapias corporales y de movimiento* (2016), doi: 10.1016 / j. jbmt.2016.10.008.

Fernández Agar, Catala Silvio. (2015). La facilitación neuromuscular propioceptiva en mejora de algunas capacidades físicas. *Revista digital de Buenos Aires*, 204, 6.

Gunning Emer. (2018). Effectiveness of the proprioceptive neuromuscular facilitation method on gait parameters in patients with stroke: A systematic review. *Physical Medicine and Rehabilitation*, sci, 27:31.

Grashow, R., Weisskopf, M. G., Baggish, A., Speizer, F. E., Whittington, A. J., Nadler, L., ... & Pascual-Leone, A. (2020). Pre-mortem Chronic Traumatic Encephalopathy Diagnoses in Professional Football. *Annals of neurology*. Doi: 10.1002/ana.25747

Guiu-Tula, F. X., Cabanas-Valdés, R., Sitjà-Rabert, M., Urrútia, G., &

Gómara-Toldrà, N. (2017). The Efficacy of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach in stroke rehabilitation to improve basic activities of daily living and quality of life: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ open*, 7(12), e016739. Doi: 10.1136/bmjopen-2017-016739

- Halabchi Frazin, Alizadeh Zahra. (2017). Prescription de ejercicio para pacientes con esclerosis múltiple, beneficios potenciales y recomendaciones prácticas. *BMC Neurology*, 17, 10.
- Ksoy, Lee Dong. (2015). Efecto del movimiento de coordinación utilizando el patrón PNF bajo el agua sobre el equilibrio y la marcha de los pacientes con accidente cerebrovascular. *Rev SCI*, 27, 12.
- Krukowska, J., Bugajski, M., Sienkiewicz, M., & Czernicki, J. (2016). The influence of NDT-Bobath and PNF methods on the field support and total path length measure foot pressure (COP) in patients after stroke. *Neurologia and neurochirurgia polska*, 50(6), 449-454. Doi: 10.1016/j.pjnns.2016.08.004
- Portilla Enmanuel, Villaquiran Andres (2019) Potencia del salto en jugadores de fútbol sala después de la utilización del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva en la musculatura isquiosural, *Rev Acad. Colomb. Cienc. Ex Fis Nat* 43(167): 165-176
- Ryong Beom, Woo Tae. (2018). Los efectos de la facilitación neuromuscular propioceptiva del vendaje de la parte inferior de la pierna y el entrenamiento en cinta rodante sobre la movilidad en pacientes con accidente cerebrovascular. *Rev internacional de investigación en rehabilitación*, 41, 4.
- Silva Igor. (2017). Efecto de un protocolo de facilitación neuromuscular propioceptiva sobre el equilibrio de posturas en mujeres. *Physioter*, 10, 6.
- López, A. B., Chang, J. Q., Correa, S. C., & Tablada, R. H. (2019). Oposición de la medicina a la práctica del boxeo profesional: un acercamiento a lo largo de la historia. *Revista Científica Estudiantil UNIMED*, 1(1), 106.
- McKee, A. C., Mez, J., & Abdolmohammadi, B. (2017). Chronic traumatic encephalopathy in football players—reply. *Jama*, 318(23), 2353-2353. Doi: 10.1001/jama.2017.16687

Mez, J., Daneshvar, D. H., Kiernan, P. T., Abdolmohammadi, B., Alvarez, V. E., Huber, B. R.,  
... & Cormier, K. A. (2017). Clinicopathological evaluation of chronic  
traumatic encephalopathy in players of American football. *Jama*, 318(4), 360-  
370. Doi: 10.1001/jama.2017.8334

Moore, K (2013). *Anatomía con orientación clínica*. Barcelona: Wolters Kluwer

Nitrini, R. (2017). Soccer (Football Association) and chronic traumatic encephalopathy: A short review and recommendation. *Dementia & neuropsychologia*, 11(3), 218-220. Doi: [10.1590/1980-57642016dn11-030002](https://doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-030002)

Rabinovici, G. D. (2017). Advances and gaps in understanding chronic traumatic encephalopathy: From pugilists to American football players. *Jama*, 318(4), 338-340. Doi: [10.1001/jama.2017.9353](https://doi.org/10.1001/jama.2017.9353)

Ríos, N. J. G., Moriones, D. M. S., & Hurtado, O. L. M. (2015). Estrategias de intervención de Fisioterapia en neurorehabilitación utilizadas en Colombia: Revisión Bibliográfica. *Movimiento Científico*, 9(1), 60-66. Doi: [10.33881/2011-7191](https://doi.org/10.33881/2011-7191). %x

Schneider, J. A. (2019). Multiple pathologic pathways to dementia in football players with chronic traumatic encephalopathy. *JAMA neurology*, 76(11), 1283-1284. Doi: [10.1001/jamaneurol.2019.1089](https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.1089)

Tharmaratnam, T., Iskandar, M. A., Tabobondung, T. C., Tobbia, I., Gopee-Ramanan, P., & Tabobondung, T. A. (2018). Chronic traumatic encephalopathy in professional American football players: where are we now? *Frontiers in neurology*, 9, 445. Doi: [10.3389/fneur.2018.00445](https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00445)

Tortora G, Derrickson B... (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos aires, Argentina: Panamericana.

Vélez, W. R. G., Cañizares, R. A. F., & Carbo, G. B. G. (2020). Incidencia de los golpes en la cabeza en la práctica del fútbol en la estructura y función del cerebro. *Ciencia y Educación* (ISSN: 2707-3378), 1(4), 37-55. Recuperado de: <http://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/23>

Zuckerman, S. L., Brett, B. L., Jeckell, A., Yengo-Kahn, A. M., & Solomon, G. S. (2018). Chronic traumatic encephalopathy and neurodegeneration in contact sports and American football. *Journal of Alzheimer's disease*, 66(1), 37-55. Doi: 10.3233/JAD-180218

