

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia**



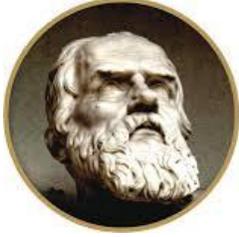
Que Presentan

**Andrea Saraí Agustin Mayorga**  
**Angel Giovani Hernández Gaspar**

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**

**Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia**



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presentan

**Andrea Saraí Agustin Mayorga**  
**Angel Giovanni Hernández Gaspar**

Ponentes

**L.F.T. Anette Cordero Hernández**

Director de Tesis

**Licda. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2020

# INVESTIGADORES RESPONSABLES



## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Andrea Saraí Agustin Mayorga y Angel Giovanni Hernández Gaspar
Director de Tesis	L.F.T. Anette Cordero Hernández
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 25 de septiembre del 2021

Estimados alumnos:

**Andrea Saraí Agustin Mayorga y Angel Giovani Hernández Gaspar**

Presentes.

Respetables alumnos:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por ustedes, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlos y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz  
Sabán  
Secretario

Lic. Flor de María  
Molina Ortiz  
Presidente

Lic. Laura Marcela  
Fonseca Martínez  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 25 de septiembre del 2021

Estimados alumnos:

**Angel Giovani Hernández Gaspar y Andrea Saraí Agustin Mayorga**

Presentes.

Respetables alumnos:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por ustedes, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlos y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz  
Sabán  
Secretario

Lic. Flor de María  
Molina Ortiz  
Presidente

Lic. Laura Marcela  
Fonseca Martínez  
Examinador

Guatemala, 11 de mayo 2020

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: **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** de los alumnos: **Andrea Saraí Agustin Mayorga y Angel Giovanni Hernández Gaspar.**

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

Atentamente



Lic. Laura Marcela Fonseca Martínez  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala

Guatemala, 11 de mayo 2020

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: **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** de los alumnos: **Angel Giovanni Hernández Gaspar y Andrea Saraí Agustin Mayorga.**

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

Atentamente



Lic. Laura Marcela Fonseca Martínez  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala

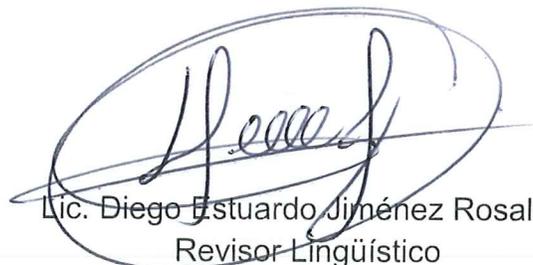
Guatemala, 13 de mayo 2020

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 los alumnos **Andrea Saraí Agustin Mayorga y Angel Giovani Hernández Gaspar** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** 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. Diego Estuardo Jiménez Rosales  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala



Guatemala, 13 de mayo 2020

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 los alumnos **Angel Giovanni Hernández Gaspar y Andrea Sarai Agustin Mayorga** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia”** 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. Diego Estuardo Jiménez Rosales  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala

# LISTAS DE COTEJO



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Licda. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> Andrea Sarai Agustin Mayorga
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2020

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

### ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>I</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 3.5 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.	Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas.	X		
i.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
j.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
k.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
l.	Color fuente negro.	X		
m.	Estilo fuente normal.	X		
n.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
o.	Texto alineado a la izquierda.	X		
p.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
q.	Interlineado a 2.0	X		

r.	Resumen sin sangrías.	X		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		
u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	X		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<b>Observaciones</b>
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	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		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	X		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<b>Observaciones</b>

a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
n.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
o.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
p.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

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



Licenciada María Isabel Díaz Sabán



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Licda. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> Angel Giovanni Hernández Gaspar
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2020

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

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>I</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 3.5 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.	Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas.	X		
i.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
j.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
k.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
l.	Color fuente negro.	X		
m.	Estilo fuente normal.	X		
n.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
o.	Texto alineado a la izquierda.	X		
p.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
q.	Interlineado a 2.0	X		

r.	Resumen sin sangrías.	X		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		
u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	X		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</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		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	X		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>

a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
n.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
o.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
p.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

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



Licenciada María Isabel Díaz Sabán



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

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

<b>Nombre del Director:</b> L.F.T. Anette Cordero Hernández
<b>Nombre del Estudiante:</b> Andrea Saraf Agustin Mayorga
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2020

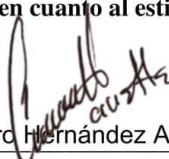
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	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**



Cordero Hernández Anette

Nombre y Firma Del Director de Tesis



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

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

<b>Nombre del Director:</b> L.F.T. Anette Cordero Hernández
<b>Nombre del Estudiante:</b> Angel Giovanni Hernández Gaspar
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2020

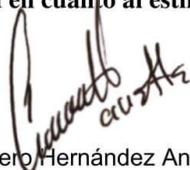
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	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**



Cordero Hernández Anette

Nombre y Firma Del Director de Tesis

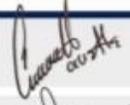
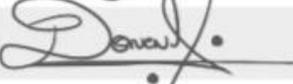
# HOJA DE DICTAMEN DE TESIS

## DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 4 del mes de Junio del año 2020 .

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

### Los C.C

Director de Tesina Función	L.F.T. Anette Cordero Hernández	
Asesor Metodológico Función	Licda. Maria Isabel Díaz Sabán	
Coordinador de Titulación Función	Licda. Itzel Dorantes Venancio	

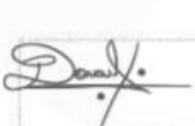
Autorizan la tesina con el nombre de:

Eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia

Realizada por el Alumno:

Andrea Saraí Agustin Mayorga y Angel Giovanni Hernández Gaspar

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

  
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

 **IPETH®**  
Titulación Campus Guatemala

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a Dios, mi madre Milvia Yesenia Mayorga Navas y a mi padre Juan Alfredo Agustin Acevedo que han sido mi más grande soporte y apoyo durante toda mi carrera profesional de igual manera quiero agradecer a mi pareja Angel Hernández debido a que siempre estuvo para apoyarme y por ser parte clave en la realización de la misma.

Andrea Agustin

Quiero dedicar esta tesis a Dios, mi madre Maria Simona Gaspar Martínez y a mi padre Angel Hernández Orellana que han sido mi más grande soporte y apoyo durante toda mi carrera profesional, de igual manera quiero agradecer a mi pareja Andrea Agustin por siempre estar para apoyarme a lo largo de esta etapa y por ser parte clave en la realización de la misma.

Angel Hernández

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi familia por su constante apoyo y a cada uno de los docentes que me han guiado durante mi carrera para ser un mejor profesional. También a los amigos que me ayudaron en esta travesía y fueron incondicionales en todo momento.

Andrea Agustin y Angel Hernández

## **PALABRAS CLAVE**

Fractura

Weber B

Fortalecimiento

Electroterapia

Atrofia

Kotz

Futbolistas

Mediana frecuencia

Cuádriceps

Tobillo

# ÍNDICE

## ÍNDICE PROTOCOLARIO

PORTADILLA .....	i
INVESTIGADORES RESPONSABLES.....	ii
HOJA DE AUTORIDADES Y TERNA EXAMINADORA .....	iii
CARTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR .....	v
CARTA DE APROBACIÓN DEL REVISOR.....	vii
LISTAS DE COTEJO.....	ix
HOJA DE DICTAMEN DE TESIS.....	xix
DEDICATORIA .....	xx
AGRADECIMIENTOS.....	xxi

## ÍNDICE EXPOSITIVO

PALABRAS CLAVE .....	xxii
ÍNDICE.....	xxiii
ÍNDICE PROTOCOLARIO .....	xxiii
ÍNDICE EXPOSITIVO .....	xxiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xxvi
RESUMEN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
MARCO TEÓRICO .....	2
1.1 Antecedentes generales.....	3
1.1.1 Anatomía.....	3
1.1.2 Fractura .....	15
1.1.3 Clasificación .....	16
1.1.4 Cuadro clínico.....	20
1.1.5 Fisiopatología de fractura .....	21

1.1.6 Factores de riesgo .....	24
1.1.7 Epidemiología .....	25
1.1.8 Diagnóstico .....	26
1.1.9 Fútbol .....	27
1.2 Antecedentes específicos .....	29
1.2.1 Corriente Kotz.....	29
1.2.2 Características .....	30
1.2.3 Técnica de aplicación.....	31
1.2.4 Efectos fisiológicos.....	34
1.2.5 Indicaciones .....	37
1.2.6 Contraindicaciones.....	37
1.2.7 Tratamiento .....	38
1.2.8 Dosificación del fortalecimiento muscular con corriente Kotz .....	39
1.2.9 Eficacia .....	43
CAPÍTULO II .....	43
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	43
2.1 Planteamiento del problema.....	44
2.2 Justificación .....	46
2.3 Objetivos .....	48
2.3.1 Objetivo General.....	48
2.3.2 Objetivos Particulares .....	48
CAPÍTULO III.....	49
MARCO METODOLÓGICO.....	49
3.1 Materiales y métodos .....	50
3.2 Enfoque de investigación.....	52
3.3 Tipo de estudio.....	52
3.4 Método de estudio.....	53
3.5 Diseño de investigación.....	56
3.6 Criterios de selección.....	56
CAPÍTULO IV .....	58
RESULTADOS .....	58

4.1 Resultados.....	59
4.2 Discusión .....	66
4.3 Conclusiones.....	69
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas .....	70
REFERENCIAS.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	5
Figura 2.....	6
Figura 3.....	7
Figura 4.....	7
Figura 5.....	7
Figura 6.....	11
Figura 7.....	11
Figura 8.....	15
Figura 9.....	19
Figura 10.....	24
Figura 11.....	31
Figura 12.....	31
Figura 13.....	32
Figura 14.....	33
Figura 15.....	34
Figura 16.....	35
Figura 17.....	41
Figura 18.....	42
Figura 19.....	50
Figura 20.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ....	12
Tabla 2. ....	13
Tabla 3. ....	14
Tabla 4. ....	16
Tabla 5. ....	17
Tabla 6. ....	51
Tabla 7. ....	55
Tabla 8. ....	57
Tabla 9. ....	68

## RESUMEN

Las fracturas bimalleolares Weber B corresponde al 40%-75% de todas las fracturas de tobillo, las cuales por fuerzas externas durante la actividad deportiva rompen el anillo articular (Peláez, 2015). Debido a su intervención se produce un tiempo de inmovilización aproximadamente de 8 a 12 semanas lo que produce una disminución de fuerza muscular en el cuádriceps que así mismo provocara una limitación deportiva (Sosa, 2016).

Debido a esto, el tejido muscular necesita tan solo 2 semanas de inmovilidad para perder el 8% de la masa muscular, por lo cual, para evitarlo se utiliza un tratamiento de estimulación eléctrica, lo que facilitara la reeducación muscular (Quisintuña, 2017).

Por lo tanto, se pretende explicar la eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en el cuádriceps en futbolistas con secuelas de fractura Weber B, debido a esto, se busca definir la dosificación, describir los efectos fisiológicos e identificar los resultados mediante consultas bibliográficas.

Se llevó a cabo una investigación de enfoque cualitativo, tipo de estudio descriptivo, método analítico, diseño no experimental de tipo transversal, con el propósito de establecer la eficacia de la corriente Kotz para el aumento de fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas con secuelas de fractura Weber B.

Se encontró que la fuerza muscular aumenta significativamente con la utilización de corriente Kotz, debido a unos de los principios el cual menciona que se produce una inversión de la activación de las fibras tipo I y II, con la correcta dosificación con una frecuencia portadora de 2500 Hertz, modulada en 50 Hertz, contracciones de 10s, durante 30min.

En conclusión, al utilizar la corriente Kotz para el aumento de la fuerza muscular tiene mayor eficacia cuando se combina con ejercicios isométricos.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

En el presente se describen los antecedentes tanto generales como específicos, en los generales se pueden conocer los componentes relacionados con la anatomía del tobillo, fisiopatología de la consolidación ósea, biomecánica, cuadro clínico de la fractura especialmente la pérdida de fuerza muscular, factores de riesgo, epidemiología en diferentes países y el respectivo diagnóstico adecuado. A la vez, se describe los antecedentes específicos en el cual se muestra la corriente Kotz, sus características, técnicas de aplicación, colocación de electrodos, efectos fisiológicos, la dosificación así como las indicaciones y contraindicaciones de la misma, por lo que, también es importante el tratamiento médico.

Por lo tanto, para la investigación es importante debido a que se describen los datos más relevantes tanto de la patología como de la corriente que son los que nos conllevan a realizarla investigación.

## **1.1 Antecedentes generales**

Es importante conocer los antecedentes debido a que en base a ellos se puede conocer los componentes relacionados con la patología antes descrita como la anatomía, biomecánica, factores de riesgo, diagnóstico, epidemiología y fisiopatología.

### **1.1.1 Anatomía**

Kapandji (2012) menciona que la rodilla es una articulación con 2 grados de movilidad, ya que permite aproximar y alejar, a su vez, también permite realizar ciertos grados de rotación.

La rodilla es una articulación sinovial compuesta por 3 huesos: el fémur, la tibia y la rótula, es una articulación de gran relevancia para realizar la marcha y la carrera, es decir, que es un elemento fundamental en la cadena cinética de la extremidad inferior, así mismo se detalla que la rodilla está compuesta por 2 articulaciones:

- **Articulación tibio-femoral**

Compuesta por la extremidad distal del fémur y la epífisis proximal de la tibia es de tipo condílea ya que permite los movimientos de flexión y extensión de la rodilla.

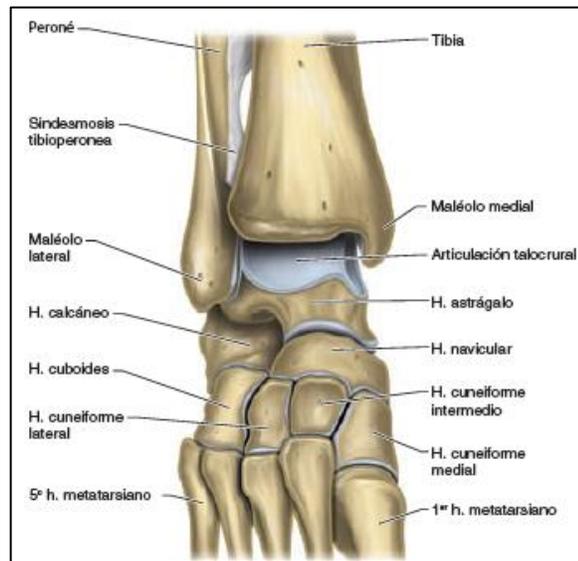
- **Articulación patelo-femoral**

Formada por los componentes óseos de la tróclea femoral y la rótula, también cabe señalar que la tróclea está compuesta por la cara anterior de los cóndilos femorales y la rótula, que es un hueso sesamoideo de forma triangular que ayudara a la estabilidad de la articulación (Serrano, 2014).

En relación al sistema muscular, este tiene una doble misión, ya que su principal función es propulsar la movilidad activa y coaptar las superficies articulares para brindar estabilidad.

Por lo tanto, el músculo más importante para cumplir esta función es el cuádriceps, cuya función es la de extensión de la rodilla, al mismo tiempo se encarga de controlar de forma pasiva el movimiento de flexión –antagonista de los isquiotibiales–, así también, el cuádriceps actúa como elemento estabilizador, también impide el desplazamiento posterior de la tibia, cuando se realiza el movimiento de flexión, además, cuenta con 4 músculos los cuales son el vasto externo, vasto medio, vasto interno y recto anterior. Estos 4 músculos se encargarán de estabilizar la rótula a la tróclea femoral (Serrano, 2014).

Para los autores Pró (2012) y Kapandji (2012), el tobillo es un complejo articular que condiciona los movimientos de la pierna en relación al pie en el plano sagital. El tobillo está conformado por 3 huesos: la tibia, el peroné y el astrágalo, por lo que la unión de las superficies articulares de la tibia, maléolos y el astrágalo forman la articulación tibioperonea-astragalina, como se muestra en la figura 1, a su vez, esta se encarga del soporte de la carga axial derivada del peso corporal de cada individuo. Por otro lado, la unión de las superficies articulares distales de la tibia y del peroné forman la articulación tibioperonea inferior compuesta por superficies cartilagosas.



*Figura 1. Articulación del tobillo. Vista anterior del pie derecho, con flexión plantar (Pró, 2012).*

#### 1.1.1.1 Articulaciones

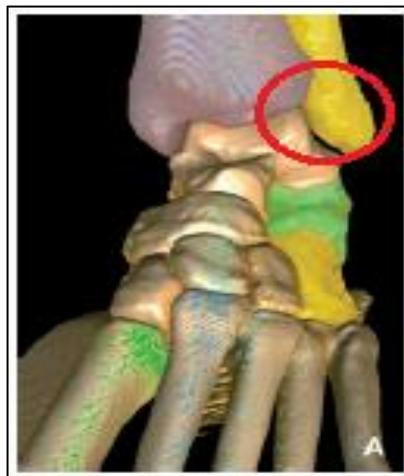
Según la teoría de Pró (2012) y Kapandji (2012), el tobillo está compuesto por 2 articulaciones principales:

- Tibioperonea-astragalina

También llamada talocrural, es una articulación de tipo sinovial –gínglimo– que realiza movimientos de flexión y extensión, así mismo está formada por la superficie distal de la tibia, los maléolos peroneo lateral y tibial medial, en la superficie inferior formado por la cara superior del astrágalo con la tróclea astragalina, así mismo los maléolos crean una pinza en forma de mortaja para la tróclea astragalina y está misma está recubierta por cartílago hialino.

Entonces, la articulación talocrural se describe por una pieza inferior formada por el astrágalo como se muestra en la figura 4, un cilindro macizo que corresponde a la tróclea astragalina ilustrado en la figura 3 y una pieza superior formada por la porción inferior de la tibia y del peroné como se observa en la figura 2.

Referente a la superficie superior, posee una polea propiamente dicha de tipo convexa por adelante y atrás, marcada longitudinalmente por una depresión axial que converge la vertiente interna y externa de la tróclea, por lo tanto, la carilla interna es prácticamente plana excepto por delante que lo separa de la vertiente interna, a la vez, contacta con el maléolo medial que está recubierto por cartílago que prolonga desde la superficie inferior de la cara articular inferior. En cuanto a la carilla externa, está se desvía considerablemente hacia fuera, por lo tanto, por arriba y abajo es de tipo cóncavo que luego contacta con la carilla articular del maléolo peroneo (Kapandji, 2012).



*Figura 2. Vista anterior de la articulación (Bonnel, Mabit y Tourné, 2016).*

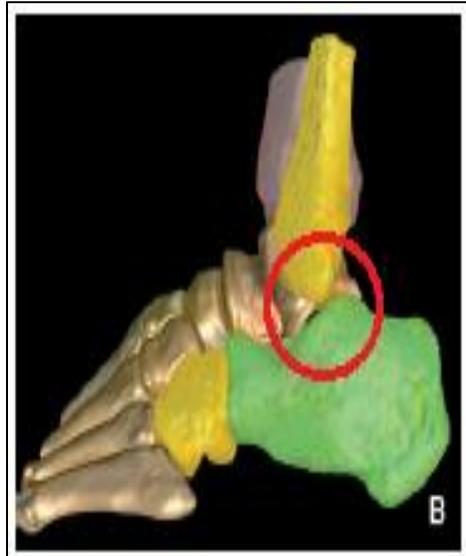


Figura 3. Vista lateral, articulación talocrural (Bonnell et al., 2016).

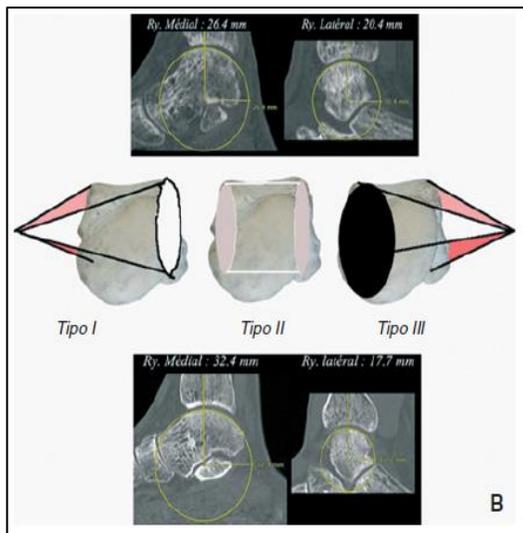


Figura 4. Astrágalo como cono macizo (Bonnell et al., 2016).



Figura 5. Corte horizontal de la articulación tibioperonea distal, peroné 1, tibia 2 (Bonnell et al., 2016).

- Tibioperonea inferior o distal

Bonnel et al. (2016) indican que, la articulación tibioperonea distal es de tipo sindesmosis ya que permiten mínimos movimientos, al mismo tiempo tiene superficies contiguas y superficies continuas, a su vez, las primeras 2 carillas articulares son angostas de arriba hacia abajo y oblongas de atrás hacia delante, así como también es convexa y se une sobre la cara medial del extremo distal del peroné por encima del maléolo, la otra es cóncava, la cual pertenece a la tibia al mismo tiempo se dirige sin interrupción con la cara articular distal del peroné y se continúa con la cara articular distal del astrágalo.

Cabe subrayar que estas 2 carillas no están revestidas por cartílago, es decir que la carilla que pertenece a la tibia está tapizada por el periostio y la que forma parte del peroné está cubierta por una sustancia adiposa como se observa en la figura 5.

#### 1.1.1.2 Biomecánica

En cuanto al funcionamiento de la tróclea astragalina es más ancha por delante que por detrás, con una incurvación y una oblicuidad de su carilla inferior articular de la extremidad distal de la tibia, también denominada pilón tibial. En relación a esto, el pilón tibial contacta con la superficie superior de la tróclea mediante 2 áreas de superficie:

- En extensión, la parte posterior de la tróclea astragalina es estrecha, lo que a su vez lleva a que esta contacte con la tibia la cual hace un mínimo contacto con el peroné, por lo que la carga disminuye y la estabilidad no es tan necesaria.
- En flexión, la tibia contacta con la parte más ancha de la tróclea, además durante el movimiento de flexión las cargas sobre el astrágalo son máximas, es decir, al momento en que la pierna de apoyo pasa por delante del paso el astrágalo recibe la carga máxima (Kapandji, 2012).

Monteagudo, Martínez, Macetra y Gutierrez (2016) comenta que la parte más craneal del astrágalo –tróclea–, se mueve dentro de una cámara llamada mortaja tibioperonea, la cual está formada por los maléolos tibial y peroneo, cabe subrayar que están solidarizados entre sí por una sindesmosis los cuales brindan estabilidad.

Hicks y Barnett -como se citó en Montenegro, Santos y Rocha 2019-, revelan que la tróclea astragalina no es cilíndrica, sino que es en forma de cono, estos detalles anatómicos justifican que al momento de realizar movimientos de flexión dorsal del tobillo se realiza un movimiento simultáneo de abducción en el plano transversal y al momento que exista una flexión plantar también se produce una aducción asociada.

Por lo anteriormente expuesto, en la flexión dorsal del tobillo el maléolo lateral se aproxima al maléolo medial, por lo tanto, disminuye el ancho de la tróclea astragalina, por el contrario, en el movimiento de flexión plantar

se produce la separación de ambos maléolos y es forzada debido a la elongación progresiva de la tróclea astragalina, al mismo tiempo los ligamentos y músculos que se oponen a la flexión de la articulación (Kapandji, 2012).

#### 1.1.1.3 Ligamentos

Pró (2012) indica que alrededor de las superficies articulares los ligamentos se insertan a la cápsula articular, que está tapizada por dentro por la membrana sinovial al llegar a sus inserciones superiores e inferiores se refleja para terminar el límite cartilaginoso, así mismo la cápsula articular está reforzada por fuera por los siguientes ligamentos:

- Ligamento lateral externo

Está formado por 3 haces como se observa en la figura 6, de los cuales 2 de ellos se dirigen al astrágalo y 1 al calcáneo:

- ✓ Has anterior o ligamento astragaloperoneo anterior.
- ✓ Has medio o ligamento calcáneooperoneo.
- ✓ Has posterior o ligamento astragaloperoneo posterior.

- Ligamento colateral medial -deltoideo-

Es de aspecto triangular y grueso como se muestra en la figura 7, mide aproximadamente 0,5cm así mismo se extiende a través de la cara medial del maléolo tibial, el cual está formado por:

- ✓ Porción tibionavicular.
- ✓ Porción tibiocalcánea.
- ✓ Porción tibioastragalina anterior y posterior.

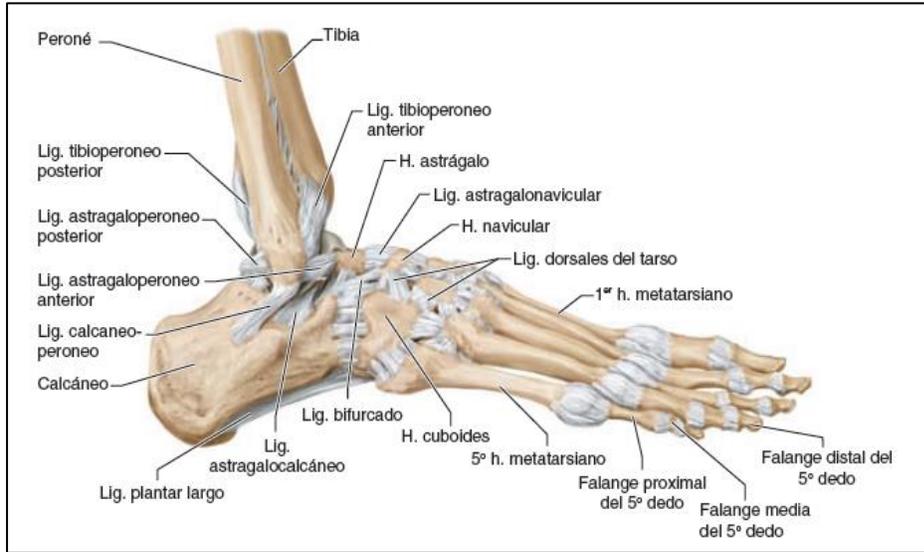


Figura 6. Articulación del tobillo y del pie, vista lateral del pie derecho (Pró, 2012).

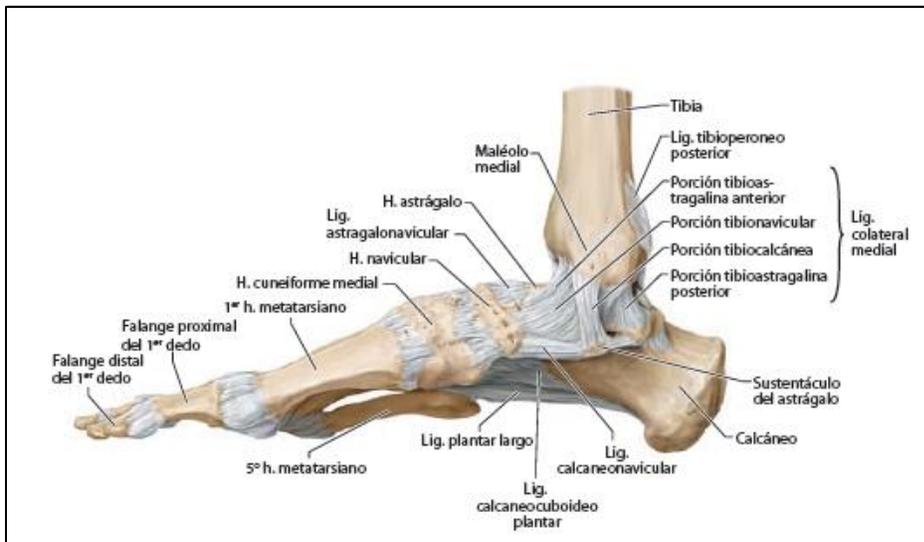


Figura 7. Articulaciones del tobillo y del pie, vista medial del pie derecho (Pró, 2012).

#### 1.1.1.4 Músculos

**Tabla 1.** Músculos de la parte anterior y lateral de la pierna

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción
<b>Compartimiento anterior</b>				
Tibial anterior	Cóndilo lateral y mitad superior de la cara lateral de la tibia y membrana interósea.	Caras medial e inferior del cuneiforme medial y base del 1er. metatarsiano.		Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo e inversión del pie.
Extensor largo de los dedos	Cóndilo lateral de la tibia y 3/4 superiores de la cara medial fibular y membrana interósea.	Falanges media y distal de los 4 dedos laterales.	Nervio fibular profundo L4,5.	Extensión de los 4 dedos laterales y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo.
Extensor largo del dedo gordo	Parte media de la cara anterior fibular y membrana interósea.	Cara dorsal de la base de la falange distal del dedo gordo.		Extensión del dedo gordo, flexión dorsal del pie a nivel del tobillo.
Tercer fibular	Tercio inferior de la cara anterior fibular y membrana interósea.	Dorso de la base del 5to. metatarsiano.		Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo, ayuda en la eversión del pie.
<b>Comportamiento lateral</b>				
Fibular largo	Cabeza y 2/3 superiores de la cara lateral fibular.	Base del 1er. metatarsiano y cuneiforme medial.	Nervio fibular superficial L5, S1, 2.	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo.
Fibular corto	2/3 inferiores de la cara lateral fibular.	Cara dorsal de la tuberosidad de la base del 5to. metatarsiano.		

*Fuente: elaboración propia con información de (Moore, 2013).*

**Tabla 2.** Músculos profundos de la parte posterior de la pierna

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción
Poplíteo	Cara lateral del cóndilo lateral del fémur y menisco lateral.	Cara posterior de la tibia, superior a la línea del sóleo.	Nervio tibial L4, 5, S1.	Flexiona débilmente la rodilla y la desbloquea por lo que rota el fémur 5° sobre la tibia fija, rota medialmente la tibia del miembro sin apoyo.
Flexor largo del dedo gordo	2/3 inferiores de la cara posterior de la fibula y parte inferior de la membrana interósea.	Base de la falange distal del dedo gordo.	Nervio tibial S2,3.	Flexiona el dedo gordo en todas las articulaciones, débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo, sostiene el arco longitudinal medial del pie.
Flexor largo de los dedos	Parte medial de la cara posterior de la tibia, inferior a la línea del sóleo y mediante un ancho tendón en la fibula.	Base de las falanges distales de los 4 dedos laterales.		Flexiona los 4 dedos laterales, flexión plantar del pie a nivel del tobillo, sostiene los arcos longitudinales del pie.
Tibial posterior	Membrana interósea, cara posterior de la tibia, inferior a la línea del sóleo, cara posterior de la fibula.	Tuberosidad del navicular, cuneiforme, cuboides y sustentáculo del calcáneo, bases de los metatarsianos del 2do al 4to.	Nervio tibial L4,5-	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo, inversión del pie.

*Fuente: elaboración propia con información de (Moore, 2013).*

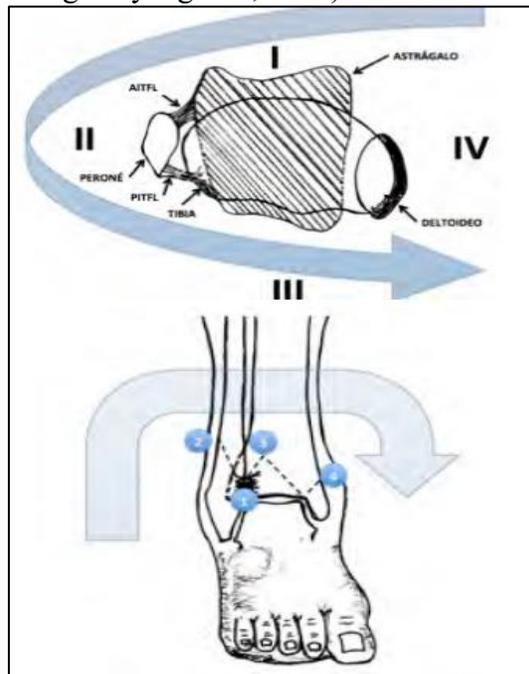
**Tabla 3.** Músculos superficiales de la parte posterior de la pierna

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción
Gastro-nemio	Cabeza lateral: cara lateral del cóndilo lateral del fémur Cabeza medial: cara poplíteo del fémur superior al cóndilo medial.			Flexión plantar del pie a nivel del tobillo cuando la rodilla está extendida, eleva el talón durante la marcha, flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla.
Sóleo	Cara posterior de la cabeza de la fibula y cuarto superior de la cara posterior del mismo hueso, línea del sóleo y tercio medio del borde medial de la tibia, arcos tendinosos que se extiende entre las inserciones óseas.	Cara posterior del calcáneo mediante el tendón calcáneo.	Nervio tibial S1,2.	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo, independientemente de la posición de la rodilla y estabiliza la pierna sobre el pie.
Plantar	Extremo inferior de la línea supracondilea lateral del fémur, ligamento poplíteo oblicuo.			Ayuda débilmente al gastro-nemio en la flexión plantar del pie a nivel del tobillo.

*Fuente: elaboración propia con información de (Moore, 2013).*

### 1.1.2 Fractura

Algunos autores comentan que es la interrupción de la continuidad del esqueleto, la consiguiente produce pérdida de la función mecánica. Además, es de origen traumático que a su vez provoca un daño a nivel óseo y de tejidos blandos adyacentes. En relación con el tobillo las fracturas a este nivel son lesiones osteoligamentarias rotacionales que a la vez son el resultado de fuerzas externas que actúan sobre la articulación del tobillo y rompen el anillo articular como se observa en la figura 8, así mismo, el desplazamiento del astrágalo termina por provocar un choque contra los maléolos lo que conlleva a una fractura oblicua y conminución en el área tibial o peronea (Peláez, Reina y Herrera, 2015; Rodríguez y Aguilar, 2015).



*Figura 8. Secuencia de las lesiones en el anillo articular del tobillo (Peláez et al., 2015).*

### 1.1.3 Clasificación

**Tabla 4.** Clasificación de las fracturas desde un punto de vista funcional

Clasificación	División	Descripción
Etiología	<b>Traumatológicas o traumáticas</b>	Son provocadas por accidentes fuertes y son las más frecuentes.
	<b>Patológicas o por insuficiencia</b>	Se da como consecuencia de traumatismo de poca intensidad sobre un hueso afectado patológicamente.
	<b>Por fatiga o estrés</b>	El hueso es sometido a un esfuerzo excesivo de forma repetida.
Mecanismo de producción	<b>Mecanismo directo</b>	Se producen en el lugar de impacto de la fuerza responsable de la lesión.
	<b>Mecanismo indirecto</b>	Se producen a distancia del lugar del traumatismo, por concentración de fuerzas.
Patrón de interrupción	<b>Incompletas</b>	Las líneas de fractura no abarcan todo el espesor del huso en su eje transversal.
	<b>Completas</b>	La solución de la continuidad afecta a la totalidad del espesor del hueso y periostio. Estas fracturas pueden ser a su vez simples, con desplazamiento y esquirladas.
Estabilidad	<b>Estable</b>	No hay tendencia al desplazamiento de los segmentos una vez conseguida la reducción.
	<b>Inestable</b>	Tienden a desplazarse los segmentos fracturados una vez reducida.

*Fuente: elaboración propia con información de (Díaz, 2015).*

**Tabla 5.** La clasificación de Danis-Weber, se basa en el nivel de la sindesmosis

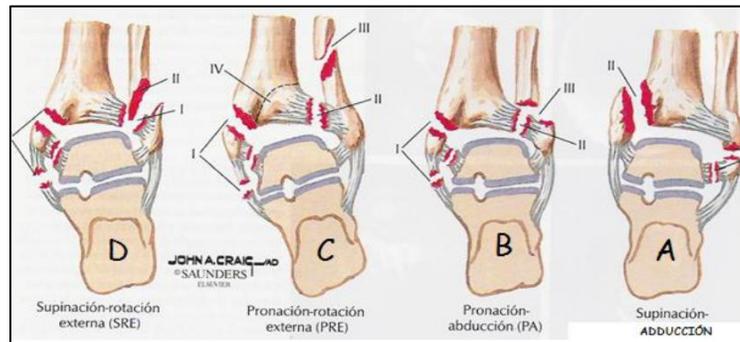
Tipo	Lesión	Descripción
Tipo A	<b>Lesiones infrasindesmales</b>	Son producidas por fuerzas de inversión, en las que se combinan mecanismos de aducción y varo. La secuencia de las lesiones se produce de fuera hacia adentro.
Tipo B	<b>Lesiones transindesmales</b>	Son producidas por fuerzas de eversión, en las que se combinan mecanismos de abducción y valgo. La aparición de las lesiones varía según la posición del pie. Si el pie está en supinación las lesiones se iniciarán en el lado externo que finaliza en el lado interno. Si el pie está en pronación las lesiones se iniciarán en el lado interno e irán en regresión hacia el lado externo.
Tipo C	<b>Fracturas suprasindesmales</b>	Las fuerzas que actúan son de eversión (abducción más valgo), pero con un predominio de los vectores de abducción que aumentan la gravedad de las lesiones y la inestabilidad. Son fracturas bifocales con ruptura del ligamento tibioperoneo anteroinferior o bien del anterior y posterior. La fractura de peroné es suprasindesmal y la lesión medial afecta al ligamento medial o al maléolo medial.

*Fuente: elaboración propia con información de (Peláez et al., 2015).*

#### 1.1.3.1 Fractura Weber B

Se produce una fractura simultánea del maléolo externo del peroné e interno de la tibia -fractura bimalleolar-. Así mismo según la clasificación de Lauge-Hansen la fractura de Weber B consta como características la ruptura del ligamento tibioperoneo anterior y posterior, fractura oblicua espiroidea del tercio distal del peroné, fractura del maléolo medial y ranura del ligamento deltoideo, según lo antes descrito tienen comprometidas diferentes estructuras por lo que son las fracturas más comunes en tobillo.

El mecanismo de lesión lo describe Montegudo et al. (2016), las fuerzas de un traumatismo incluyen las estructuras lesionadas y el orden de la magnitud de las diferentes lesiones. El mecanismo lesional más frecuente de la sindesmosis se presenta en un momento de rotación externa y supinación del tobillo, el astrágalo es forzado en la rotación externa contra el peroné separándolo de la tibia, lo que lesiona primero el ligamento tibioperoneo anteroinferior y si la rotación externa continúa se produce la lesión consecutiva del ligamento interóseo y de la membrana interósea de manera que se puede producir un traumatismo en donde las fuerzas flexoras plantares lesionan el ligamento lateral externo y las fuerzas rotacionales externas pueden producir la lesión del fascículo profundo del ligamento deltoideo y con posterioridad del fascículo superficial. En la clasificación de Lauge-Hansen la fractura Weber B se puede clasificar en D.



*Figura 9. Clasificación de Lauge-Hansen de las fracturas de tobillo (Monteagudo et al., 2016).*

- Relación de lesiones con respecto al calzado y la superficie

Cabe subrayar que los factores de riesgo de las lesiones producidas en el fútbol son importantes para desarrollar medidas preventivas, es decir, las lesiones deportivas son el producto de factores intrínsecos –edad, sexo, peso, fuerza– y extrínsecos –metodología de juego, entrenamiento, superficie de juego y equipamiento–, debido a estos factores la frecuencia de lesión es mucho mayor, hasta ahora existen evidencias en los cuales disputar partidos en césped natural la incidencia de lesión es de 1,5 a 8/1 mil habitantes en los entrenamientos y de 13 a 69,7/1 mil habitantes en los partidos. Mientras tanto, en el caso de campos de césped artificial las cifras muestran un rango que oscila en 0,4 a 30/1 mil habitantes y en entrenamientos de 1,2 a 2,42/1 mil habitantes (Llana, Pérez y Lledó, 2010). Concretamente, en el caso de fútbol sala se registra un 1,1% de las fracturas de tobillo (Sánchez, 2015). A su vez, en la investigación de Salces (2015) con 728 jugadores de 27 equipos de la segunda división española se estima

que en campo duro oscila que la fractura de tobillo ocurre en un 10% durante la pretemporada y en un 8% en campo de arena, sin embargo, cabe subrayar que se registra que la fractura ocurre en un 40% en terreno de juego húmedo.

#### 1.1.4 Cuadro clínico

En estas fracturas existen diferentes características que se dan a lo largo del tiempo de consolidación e inmovilización como por ejemplo hematomas, dolor en la zona de fractura, dolor en zonas adyacentes, impotencia funcional parcial o total, deformidad del segmento afectado, acortamiento muscular, rotación del segmento lesionado, inflamación, edema, disminución de la amplitud del movimiento articular, lesión de tejidos blandos, crepitación en el foco de fractura, afectación neurovascular distal y atrofia muscular principalmente en cuádriceps.

Hall y Guyton (2016) hacen referencia a que se produce una disminución en las vías de síntesis o aumento en las vías de degradación de proteínas musculares, por lo que se verá afectado el tamaño de la fibra muscular de esta manera provoca una disminución que al final dará como resultado una pérdida de masa muscular y por consiguiente una pérdida de la capacidad funcional del deportista. Para que la activación de las vías involucradas en la pérdida de proteína muscular se lleve a cabo es necesaria la participación de proteínas encargadas de traducir la señal mecánica –reducción en la actividad contráctil– en una señal biológica que lleva a cabo la reducción de la síntesis proteica, este proceso es conocido como mecanotransducción, se cree que el complejo de

integrinas localizadas en la membrana muscular y los canales de calcio podrían cumplir un rol importante en esta traducción de señales.

Lo dicho por Marzuca (2019), es que la atrofia muscular puede tener 0.06% de pérdida de masa muscular en la extremidad inferior por día de inmovilización. Otro dato interesante es que el tejido muscular necesita tan solo 2 semanas de desuso para perder 8% de tejido muscular Snijder –como se citó en Quisintuña, 2017–. Son muchos factores los que se involucran, cada uno es importante debido a que sin las características no se hará un buen tratamiento médico o fisioterapéutico.

#### 1.1.5 Fisiopatología de fractura

La consolidación habitual de una fractura, se produce cuando hay inmovilización absoluta de los extremos de la fractura. Esto ocurre en tratamientos ortopédicos como en el uso de yeso, férulas o con sistema de osteosíntesis –OTS– como los fijadores externos o clavos endomedulares donde existe cierto grado de movimiento nivel de la fractura. En este caso se produce un callo óseo, inicialmente fibrocartilaginoso –callo blando– y posteriormente de tejido óseo –callo duro–, hasta consolidar por completo la fractura. Así mismo, durante la etapa de remodelación el callo se reabsorberá con lentitud hasta prácticamente desaparecer para que al final reemplazado por tejido óseo similar al original. Mientras mayor sea el grado de desplazamiento o movilidad del foco fracturado, más grande será el callo óseo esta consolidación depende principalmente de la vascularización periosteal (Serna, 2016).

Las fases de la consolidación son la fase inflamatoria, fase de reparación y fase de remodelación. Estas fases ocurren en orden, pero se superponen entre sí, además, la duración de estas dependerá del hueso, el tipo de fractura y el cuidado de la misma, por lo anteriormente mencionado se describen las fases:

- Fase inflamatoria

Serna (2016) y Díaz (2015) comentan que abarca desde el momento de la fractura hasta la primera o segunda semana, al inicio se produce un hematoma por lo que el mecanismo de coagulación se activa e intenta detener la hemorragia debido a esto se forma un coágulo de fibrina al que se le adhieren las plaquetas de la sangre. La aparición de mediadores inflamatorios es clave para la migración de los elementos celulares que participarán en la consolidación, el flujo de sangre que va desde el sistema circulatorio dañado, tanto de la cavidad medular como del periostio y músculos adyacentes que tienen relación con la formación del hematoma en la zona de fractura. Luego las células inflamatorias como los leucocitos polimorfonucleares, factores de crecimiento –IL, TGF-B, PDGF– seguidos por los macrófagos que eliminarán el tejido necrotizado de los extremos de los fragmentos de la fractura, este tejido será ocupado por células mesenquimales pluripotenciales desde los tejidos vecinos y del endotelio de los capilares, esto hará la limpieza del foco de fractura para preparar la zona para la consolidación.

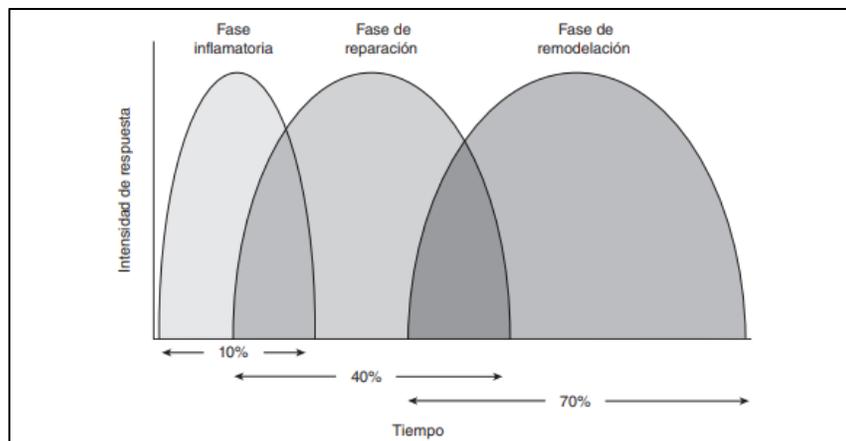
- Fase de reparación

Dura varios meses, depende del hueso comprometido y el tipo de fractura. Se produce una síntesis por parte de las células óseas que formara una nueva matriz ósea orgánica y luego la osificación hasta producir un hueso fibroso. Desde 48 horas -h- hasta la segunda o la tercera semana, el hematoma es rápidamente invadido por vasos sanguíneos -crecimiento de capilares hacia el interior del callo- luego se produce la proliferación celular -osteoblastos, osteoclastos y condroblastos- lo que formara una matriz de tejido fibroso y cartilaginoso, denominado callo blando, esta estructura es sumamente resistente, por lo tanto, es capaz de estabilizar inicialmente la fractura. A partir de la tercera hasta la sexta u octava semana se forma el callo duro, progresivamente aparecerán osteoblastos que darán origen a tejido óseo mineralizado, en ese momento el callo blando pasará a ser un callo duro lo que provoca que el hueso tenga una mayor resistencia. La cantidad y la dirección del movimiento en la zona de fractura influyen en la cantidad, a su vez, a la calidad del callo (Serna, 2016; Díaz, 2015).

- Fase de remodelación

Dura de meses a años, el callo duro inicialmente es de tejido óseo esponjoso e inmaduro el cual por la actividad osteoclástica y osteoblástica hará el proceso de remodelación, lo que produce un hueso maduro. Se establece así una transformación del callo a un tejido óseo con las características morfológicas y biomecánicas originales previas a la fractura, esta remodelación corrige deformidades de tipo angular, sin embargo, no es

capaz de corregir las deformidades rotacionales. El hueso fibrilar se transforma en hueso laminar trabecular con reorientación de trabéculas según los requerimientos biomecánicos y el canal medular quedará ocupado por médula ósea. Debe estar alineado para resistir las tensiones locales, la estructura se debe adaptar a la función, se refuerza en unas partes, reabsorbe otras y orienta las trabéculas en un sentido funcional según las líneas de fuerza y tracción (Serna, 2016; Díaz, 2015).



*Figura 10. Intensidad de respuesta y duración relativas de cada una de las tres etapas de la consolidación ósea (Serna, 2016).*

#### 1.1.6 Factores de riesgo

Peláez et al. (2015), indican que el principal riesgo es una inadecuada restauración de la biomecánica del tobillo, que a largo plazo puede conducir un mal resultado, en donde se expone al paciente a una artroplastia temprana por artrosis dolorosa. Otras complicaciones por complejidad pueden ser la necrosis de la piel, rigidez articular, osteoporosis, infección de partes blandas, osteomielitis, artritis sépticas, alteración del proceso de consolidación

pseudoartrosis, consolidación viciosa, síndrome compartimental-hemorragia, edema, presión generada externamente por la aplicación de una férula o un yeso cerrado demasiado ajustado que compromete la microcirculación y tromboembolismo.

El ministerio de salud de El Salvador (2019), en una guía clínica comenta que los principales factores de riesgo se dividen en tempranas que son derivadas de las lesiones asociadas y tardías derivadas de su tratamiento o ausencia de él, así mismo, la intensidad del traumatismo:

- Tempranas

Fracturas abiertas de tobillo, lesiones vasculonerviosas, roturas tendinosas, roturas ligamentosas, síndrome compartimental y fracturas asociadas.

- Tardías

Pérdida de la reducción, consolidación viciosa, pseudoartrosis, movilidad limitada, infecciones por fractura expuesta, artrosis postraumática y sinostosis tibio peronea.

#### 1.1.7 Epidemiología

Peláez et al. (2015), Rodríguez y Aguilar (2015) indican que la fractura Weber B corresponde el 40%-75% de las fracturas de tobillo y así mismo representa el 9.2% de fracturas de tobillo en Reino unido y Edimburgo.

Con base en Sánchez (2015), refiere que este tipo de patología es frecuente en un 75% en edades jóvenes que representa entre el 20%-30% de lesiones producidas por fútbol y actividades recreativas de competición.

Además, Maldonado, Domínguez y Ortiz (2017) comentan que es una lesión ósea con una incidencia de 184 personas por cada 100 mil habitantes en Estados Unidos.

Por otra parte, en Latinoamérica se representa con el 25% de todas las fracturas de miembro inferior y se debe agregar que dentro de la población atlética de Nicaragua la incidencia se incrementa entre 12%-32% sobre todo en deportes que involucran fuerzas externas sobre el tobillo (Gutiérrez, 2011).

En Guatemala la frecuencia de consultas por traumatismos en tobillo es muy alta, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2007) en la vigilancia epidemiológica del departamento Sacatepéquez el 2.13% de su población presentaron fracturas bimalleolares.

En 2019 el Hospital General San Juan de Dios de Guatemala, el departamento de traumatología y ortopedia presentó el 15.18% de fracturas bimalleolares con un total de 4,800 pacientes de los cuales 2,388 fueron hombres y 2,412 mujeres. El 17.2% fueron hombres jóvenes mayores de 15 años y el 13.14% fueron mujeres mayores de 20 años, los pacientes tuvieron un tiempo medio de inmovilización de 4.4+/- 5.2 con respecto a la fractura bimalleolar.

#### 1.1.8 Diagnóstico

Peláez et al. (2015) comentan que el diagnóstico de las fracturas de tobillo se establece por anamnesis médica o fisioterapéutica, exploración clínica y radiológica, es importante conocer las exigencias funcionales, este aspecto se debe tener en cuenta al momento de planificar un método de tratamiento.

El examen físico está orientado a determinar los puntos sensibles, la estabilidad, la alteración neurovascular, los riesgos de complicaciones y aquellos que requieren de manejo urgente cuando son fracturas abiertas. Otro componente es la evaluación radiológica antes mencionada, ya que ayuda a identificar y clasificar las estructuras lesionadas para determinar la evaluación y el plan de tratamiento que se abordará. Las radiografías se pueden tomar de forma anteroposterior –AP– y lateral –L–, las cuales tendrán las siguientes características:

- Espacio claro medial menor de 4 milímetros -mm- en la proyección AP.
- Ángulo talo crural en proyección AP.
- En la proyección AP la mortaja presenta una discrepancia mayor de 2mm entre las dos líneas del tilt talar se considera anormal.
- Línea de Shenton presenta un valor normal de 1mm de incongruencia en la proyección AP.
- La superposición de la tibia y el peroné en la sindesmosis tiene como medidas 1cm proximal a la línea articular en la proyección de la mortaja no debe sobrepasar los 10mm.
- La sobreposición del peroné y el borde posterior de la tibia en la proyección AP debe ser menor de 5mm.

#### 1.1.9 Fútbol

Según la CONADE (2008) es el deporte más popular que existe en el mundo, despierta la emoción, la pasión en la mayoría de los casos, y a su vez, la fidelidad con el equipo. Los partidos están conformados por dos equipos que

pondrán lo mejor de sí mismos para conseguir el objetivo del juego, que siempre será anotar más goles que su rival para obtener el triunfo. Para lograr la victoria la estrategia del juego es fundamental ya que el fútbol es un deporte de equipo en el cual los jugadores deben demostrar cooperación, disciplina, técnica y pasión. Lombardi (2018) define que existen diferentes tipos de juego:

- Fútbol 11

Tiene lugar en un terreno de juego de césped, intervienen 11 jugadores en cada uno de los equipos, se pueden realizar cambios de jugadores en el transcurso del partido, su duración es de 90 minutos –min- con 15min de descanso, los árbitros serán los encargados que se cumplan las reglas.

- Fútbol sala

Se simplifica a una sala. Se destacan las habilidades del jugador más que la velocidad, los equipos contrincantes están formados por 5 jugadores cada uno y el tiempo de juego está dividido en 2 periodos de 20min.

- Fútbol playa

Se realiza sobre la arena, los jugadores que participan son 5 en cada equipo. En tanto que el tiempo de juego es de 3 etapas de 12min, los tiros libres son directos a la portería y sin ninguna barrera, las tarjetas de amonestación son amarillo por falta leve, azul o media expulsión y rojo que sería una total expulsión.

- Fútbol 7

Se puede jugar en campos de tierra, césped o artificial, la dimensión de la pelota es de 62cm-66cm, la duración del partido se extiende por 2 tiempos de 30min cada uno.

- Fútbol 8

Tiene las mismas reglas que el fútbol 7 pero con 1 jugador más.

- Fútbol callejero

Se juega con improvisación de los elementos del entorno urbano como vayas para crear porterías o incluso prendas de los propios jugadores, el juego suele desarrollarse sin la necesidad de cumplir con todas las reglas y elementos que componen un partido de fútbol 11.

- *Freestyle football*

Se basa en hacer trucos con el balón como forma artística de expresarse la cual es la habilidad y el valor que se asemejan a una forma moderna.

## **1.2 Antecedentes específicos**

Es importante conocer los antecedentes debido a que con base en ellos se pueden conocer los componentes relacionados con la técnica de aplicación, la cual consta de la descripción de corriente Kotz, características, efectos fisiológicos, indicaciones y contraindicaciones.

### **1.2.1 Corriente Kotz**

También es llamada corriente rusa, es una modalidad que pertenece al grupo de la estimulación eléctrica neuromuscular –EENM–, que dentro del campo de la electroterapia clínica es utilizada para el ejercicio o la rehabilitación. La

EENM es la aplicación de la corriente en el músculo esquelético para producir una contracción muscular visible a través de la activación de diferentes ramas nerviosas intramusculares, para así poder devolver la funcionalidad y estabilidad de la zona a tratar (Albornoz, 2016).

Así mismo, la corriente rusa es una modalidad de media frecuencia, modulada en baja frecuencia que fue propuesta por el científico ruso Yadou M. Kotz, derivada de la corriente interferencial, a su vez, está diseñada específicamente para la potenciación muscular en individuos sanos con aplicación en deportistas, se debe agregar que esta modalidad de tratamiento se utiliza para obtener contracciones mayores al 100% de la capacidad contráctil del músculo, la corriente rusa se presenta como una técnica que provocará contracciones musculares y consiste en una técnica no invasiva para el aumento de la fuerza muscular (Solis, 2015).

### 1.2.2 Características

Solis (2015) comenta que la corriente rusa es un tipo de corriente de media frecuencia, tipo sinusoidal, bifásica simétrica, a su vez, con una modulación cuadrangular, con referencia a 10 microsegundos -ms- de estimulación y 10ms de pausa.

- Frecuencia: 2.5 kilohertzios -Khz- observado en la figura 10.
- Frecuencia de trabajo:
  - ✓ Sedentarios: 30 hertz -Hz-.
  - ✓ Actividad física moderada: 50Hz.
  - ✓ Alto rendimiento: 70Hz.

- Transferencia de onda: bifásica simétrica.

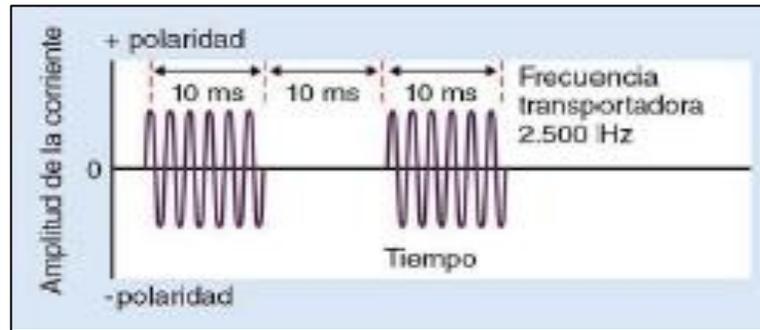


Figura 11. Protocolo ruso (Cameron, 2013).

- Tipo de corriente: trapezoidea.

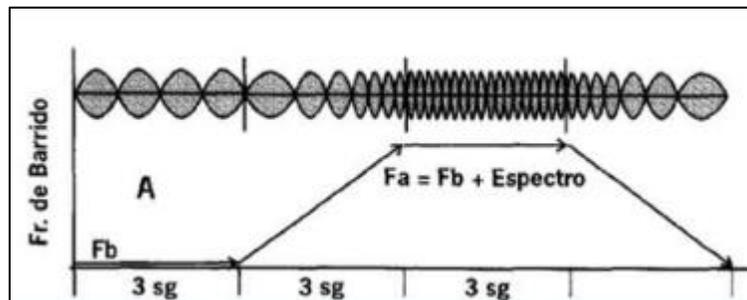


Figura 12. Corriente trapezoidea.  
fuente: <https://bit.ly/2Tf8Wn0>.

### 1.2.3 Técnica de aplicación

Secuencia de procedimientos que se necesitan para la correcta aplicación de la corriente:

- Posición del Paciente

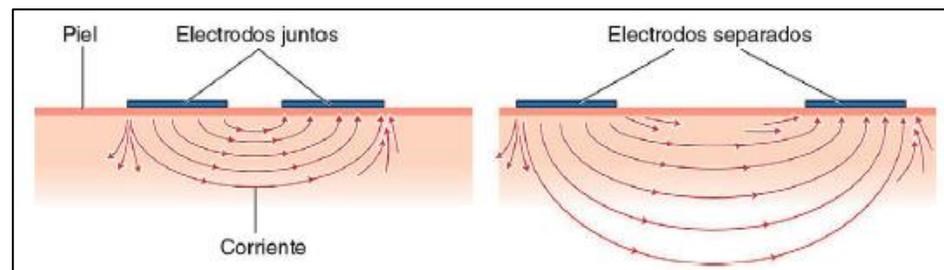
Queda definida por la zona que se va a tratar ya sea por el tratamiento o por el dispositivo que se va a utilizar, por otra parte, se debe tener en cuenta la comodidad y el bienestar del paciente. Por otro lado, la preparación para los miembros superiores para aplicación precisa de la utilización de manga corta o un top para las mujeres, mientras que los hombres pueden estar en camiseta, en el caso de la espalda se recomienda quedar en toalla o bata,

para trabajar la zona alta y baja de la espalda, de la misma forma para los miembros inferiores con pantalones cortos que sean cómodos para que el paciente pueda realizar los ejercicios con la estimulación (Cameron, 2013).

- Tipo de electrodo

En cuanto al tamaño del electrodo, la investigación de Forrester y Petrofsky -como se citó en Albornoz, 2016- comenta que mientras más grande sea el electrodo, mayor será el reclutamiento de las unidades motoras.

Por lo anterior, se dice que unos de los principales problemas con la EENM es que el músculo esquelético está por debajo de una capa de grasa que actúa como un aislante eléctrico. Por lo tanto, el principal parámetro que se asegura en la EENM es la amplitud, en relación a esta el músculo tendrá una contracción más efectiva mediante la estimulación de fibras tipo A beta y C como se muestra en la figura 13.



*Figura 13. Efecto de la separación de los electrodos*

*(Cameron, 2013).*

Con referencia a la distancia de separación de los electrodos se dice que, para frecuencias de estimulación de 20Hz, 30Hz y 50Hz se deben utilizar electrodos con un tamaño de 2\*2 centímetros -cm- y de 2\*4cm como se observa en la figura 14, para un mejor beneficio (Albornoz, 2016).



*Figura 14. Electrodo de 2\*2cm y 2\*4cm.*

*Fuente: <https://bit.ly/37Uy7jK>.*

- Colocación de los electrodos

Albornoz (2016) señala que la colocación de los electrodos debe ser en el punto motor del músculo como se muestra en la figura 14, los 2 electrodos deben quedar alineados en dirección a las fibras musculares, ya que eso producirá un mayor estrés muscular mecánico y metabólico, cabe subrayar que la estimulación del punto motor hace que el estímulo sea más soportable, así mismo, evita la rápida aparición de la fatiga inducida por la estimulación tetánica sostenida. Se debe agregar que, los electrodos deben estar separados al menos 5cm para que no quede demasiado cerca al momento de la contracción.

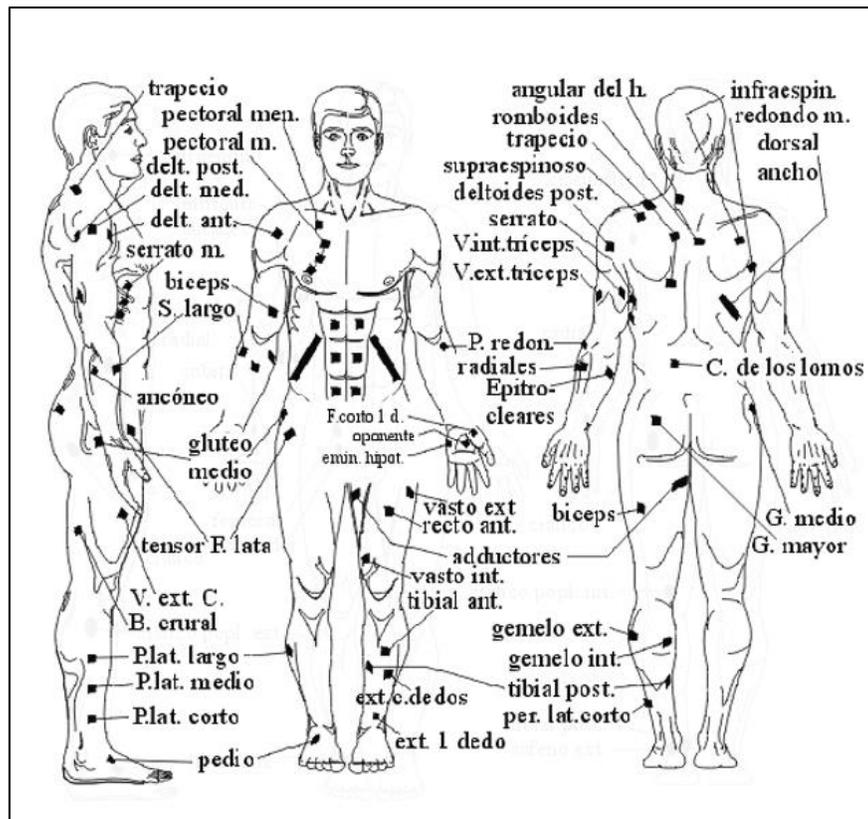


Figura 15. Puntos motores musculare, fuente:

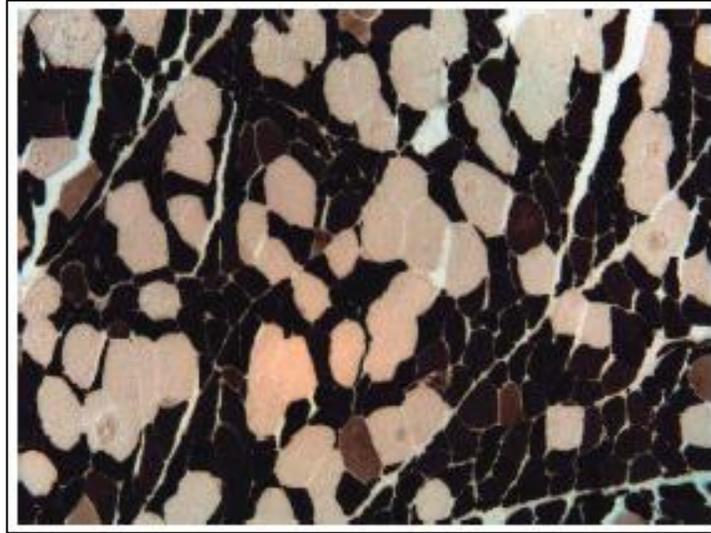
<https://bit.ly/38U6TeA>.

#### 1.2.4 Efectos fisiológicos

Cameron (2013) menciona que la contracción muscular necesita potenciales de acción -PA-, que se distribuyen a lo largo del nervio motor, a su vez, las fibras musculares se despolarizan y se produce una contracción muscular.

Así mismo, las fibras nerviosas de mayor diámetro son las primeras en activarse, las que se encargaran de inervar las fibras musculares tipo II – contracción rápida– de mayor tamaño, por consiguiente, las fibras de menor diámetro son las siguientes en activarse.

Entonces, las fibras musculares tipo II son las encargadas de producir una contracción fuerte y rápida, pero a su vez, son las fibras que más se fatigan y se atrofian por el desuso como se observa en la figura 15.



*Figura 16. Atrofia de fibras musculares de tipo II por desuso (Cameron, 2013).*

Referente al proceso fisiológico, las fibras musculares tipo I –contracción lenta–, son las primeras en contraerse, por lo cual se dice que una contracción muscular por estimulación eléctrica es muy eficaz para fortalecer las fibras musculares tipo II que son las más debilitadas, sin embargo, se debe realizar contracciones por estimulación eléctrica como contracciones fisiológicas para el óptimo beneficio.

De este modo, la estimulación eléctrica fortalece los músculos a través de 2 mecanismos:

- Principio de sobrecarga

Cameron (2013) afirma que “cuanto mayor sea la carga colocada sobre un músculo, mayor será la fuerza de contracción que produce, así mismo, mayor será la ganancia de fuerza del músculo”.

En relación a este principio, las contracciones producidas mediante la estimulación eléctrica y las contracciones producidas por los ejercicios fisiológicos ayudaran a que la carga se incremente de manera progresiva, a su vez, aumenta la resistencia y el peso.

En conclusión, las contracciones por estimulación eléctrica aumenta la fuerza muscular ajustada a la duración del pulso y la amplitud, así mismo el efecto será mayor cuando se aumente la carga con las contracciones fisiológicas.

- Principio de especificidad

Hace referencia a la activación de las fibras tipo I y tipo II. Puesto que, durante la contracción mediante estimulación eléctrica las fibras tipo II son las primeras en activarse, así mismo, se demuestra que la ganancia de fuerza muscular es mayor sobre este tipo de fibras, debido a su orden de activación, a su vez, se le suma la ganancia de fuerza ejercida por contracciones fisiológicas.

En resumen, este principio explica que la fuerza muscular se aumenta debido al trabajo en conjunto de la contracción fisiológica y la contracción por estimulación eléctrica (Cameron, 2013).

### 1.2.5 Indicaciones

Muñiz (2015) sugiere que la corriente Kotz se aplique en:

- Potenciación muscular.
- Relajación muscular.
- Atrofia muscular.
- Elongación muscular.
- Bombeo circulatorio.
- Aumentar y mejorar el trofismo muscular.
- Rehabilitación deportiva.

### 1.2.6 Contraindicaciones

Para el uso de corrientes eléctricas se prohíbe lo siguiente:

- Marcapasos cardíacos.
- Sobre el seno carotideo.
- Zonas con trombosis arterial, venosa o con tromboflebitis.
- Pelvis, abdomen, tronco y zona lumbar durante el embarazo.
- Se debe agregar que no se debe utilizar la estimulación eléctrica para contraer el músculo cuando la contracción pueda afectar un proceso de cicatrización (Cameron, 2013).

### 1.2.7 Tratamiento

- Tratamiento médico

Al inicio para un tratamiento conservador se coloca una férula en el tobillo hasta que la inflamación disminuya y posteriormente la sustitución por un yeso cerrado hasta completar 6 semanas desde la fractura. El tratamiento quirúrgico está indicado para fracturas que tengan 2mm o más de desplazamiento en el maléolo interno o externo y se observe en la radiografía anteroposterior o lateral. Si el maléolo interno no está fracturado y existe un ensanchamiento de más de 2mm entre la tibia y el peroné o un aumento del espacio tibioperoneo superior a 7mm. En el tratamiento quirúrgico se emplean placas con tornillos en el peroné y para el maléolo interno, agujas o tornillos y arpones para una buena consolidación de la fractura (Peinado, Gordo, Baltasar, Caracena y Ruiz 2010).

Posterior a los 2 tratamientos antes mencionados se debe administrar paracetamol 500mg por vía oral cada 6 horas en los primeros 2 días y posteriormente 500mg cada 8 horas en los 3 días siguientes, también se recomienda que para controlar el edema se recomienda administrar un antiinflamatorio combinado con analgésico –diclofenaco más paracetamol– (Cordero, 2017).

- Tratamiento fisioterapéutico

Debido a las complicaciones que surgen posterior a la fractura Weber B, se plantean diferentes objetivos de tratamiento, como por ejemplo para aliviar el dolor y controlar el edema se debe utilizar compresas frías o

movilizaciones activas asistidas de las articulaciones vecinas, así mismo se debe prevenir la adherencia de la cicatriz. Cabe subrayar que para mejorar el rango articular normalmente se realizan movilizaciones pasivas o activas asistidas del pie, rodilla y cadera. Por otra parte para aumentar la fuerza muscular se realizan ejercicios isométricos e isotónicos de tobillo, rodilla y cadera. Posterior a ello, se debe continuar con mejorar el equilibrio y la propiocepción con la realización de circuitos, bases generadoras de inestabilidad y perturbaciones articulares. En cuanto al cumplimiento de los anteriores objetivos se debe finalizar con la corrección postural y del patrón de la marcha mediante la retroalimentación de las mismas (Coronado, 2017).

#### 1.2.8 Dosificación del fortalecimiento muscular con corriente Kotz

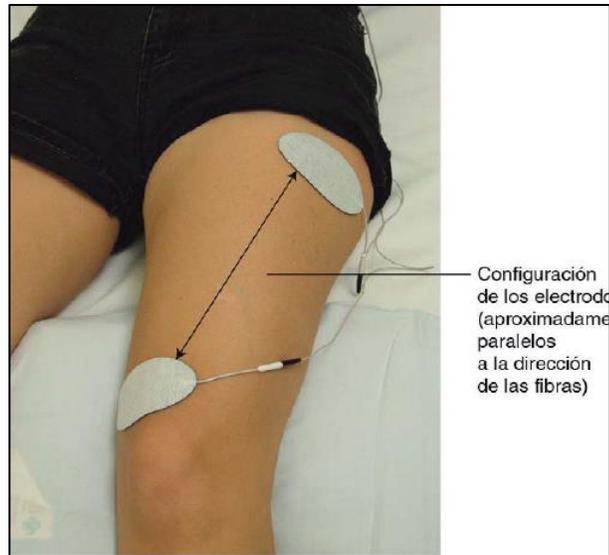
Para obtener un buen resultado en el aumento de la fuerza muscular al momento de aplicar la corriente en él músculo se deberán usar ciertas dosificaciones, estas se determinan de distintas formas. Para los autores (Cruz, 2018; Liebano, Waszczuk & Barbosa, 2013), la corriente tiene una frecuencia portador de 2500Hz, modulada a 50Hz, duración de la fase de contracción de 10 segundos (s), con una pausa de 50s y contracción de 10s, este protocolo hará que la fuerza muscular aumente sin producir una fatiga muscular. El reposo debe tener relación con la frecuencia que se ha empleado y los tiempos de contracción para proporcionar a las fibras musculares un descanso que garantice las condiciones óptimas para la siguiente contracción, con las mismas

se observa mayor tendencia a la producción de fuerza por parte del cuádriceps debido al mayor reclutamiento de unidades motoras, las cuales son eficaces en los programas de electroestimulación para fortalecimiento muscular por su efecto de incremento de fuerza, producción de hipertrofia muscular y facilitación de contracción muscular.

La investigación de Taradaj et al. (2013), contrasta con la anterior debido a que en un estudio sobre la corriente Kotz en cuádriceps en futbolistas de regreso al deporte después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior indica que la frecuencia es de 2500Hz, modulada en 50Hz, tiempo de contracción de 10s y tiempo de relajación 50s la cual incrementa y disminuye simultáneamente, como resultados encontraron que aumenta la fuerza y masa muscular en cuádriceps después de un mes de tratamiento.

Como indica Cameron (2013), la colocación de los electrodos debe ser sobre el punto motor y el otro sobre el músculo que se estimulara, de modo que los 2 electrodos queden alineados en paralelo a la dirección de las fibras musculares, lo que permite que la corriente discorra de forma paralela a la dirección de las fibras.

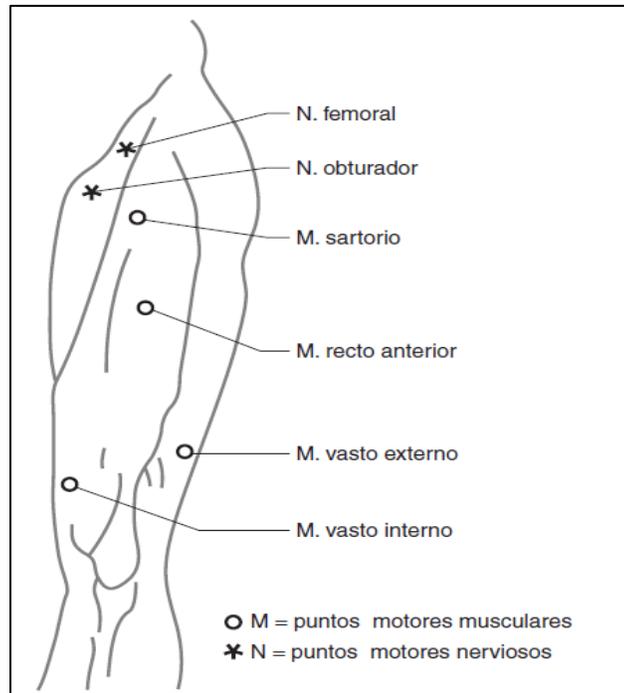
Los electrodos deben estar separados al menos 5cm para que no queden demasiado cerca el uno del otro -menos de 2,5cm- cuando el músculo varíe su configuración durante una contracción, se desplaza los electrodos y se acercan.



*Figura 17. Electrodo colocados en cuádriceps para lograr una eficacia máxima (Cameron, 2013).*

El punto motor es el lugar en el que un estímulo eléctrico generará la contracción máxima con la menor cantidad de electricidad, es la zona de piel que recubre el lugar por donde el nervio accede al músculo. Existen gráficas de puntos motores y la mayoría están en el vientre muscular.

En conclusión, en la corriente Kotz pueden existir diferentes variaciones con respecto a la dosificación, pero los resultados serán los mismos, claramente el tiempo de aplicación en cada tratamiento es diferente, así mismo cada paciente lo es, por lo que es importante conocer las características de los futbolistas para emplear la dosificación correcta.



*Figura 18. Puntos motores musculares y nerviosos del cuádriceps (Linares, Escalante, La Touche., 2004).*

El protocolo más efectivo para el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps se muestra en la investigación de Cruz (2018) y Liebano et al. (2013) ya que ellos proporcionan un programa de dosificación que permitirá el aumento de la fuerza sin producir la fatiga del musculo.

A su vez uno de los estudios de Cameron (2013) muestra que la mayor efectividad de contracción muscular se produce cuando se estimula el punto motor, así también cabe destacar que la colocación de los electrodos debe ser en dirección de las fibras musculares y se debe agregar que los electrodos deben estar completamente separados.

Con referencia al proceso fisiológico en el aumento de la fuerza muscular se basa en la realización de dos principios básicos, el primero se basa en la

electroestimulación combinado con contracciones fisiológicas y el segundo, hace referencia en base al orden de activación de las fibras musculares, es decir, la contracción fisiológica y la contracción por estimulación eléctrica.

En resumen, el protocolo de rehabilitación consta de la utilización del método Kotz con una dosificación de frecuencia 2,500Hz, modulada en 50Hz, tiempo de descanso de 10s, con una colocación de los electrodos en el punto motor las cuales producirán una contracción de las fibras tipo I y tipo II, lo que dará como resultado el aumento de la fuerza muscular.

#### 1.2.9 Eficacia

Para lograr obtener la eficacia de la corriente Kotz es necesario abordar la fórmula –Eficacia = resultados obtenidos \*100 / resultados planteados– por lo que la eficacia puede ser evidenciada en diferentes parámetros en relación al aumento de la fuerza muscular, tiempo de recuperación, torque generado, circunferencia del muslo e incomodidad producida por la corriente.

Las características de la población y necesidades van relacionadas debido a que se deberá utilizar la dosificación correcta para lograr un buen resultado en los parámetros.

- Eficacia de la corriente Kotz
  - ✓ Eficacia según Taradaj et al. (2013)

Eficacia=  $893.4\text{N (resultado obtenido)} * 100 / 1000\text{N (resultado planteado)}$ =89.34%

Eficacia= 89% en el aumento de la fuerza muscular.

- ✓ Eficacia según Liebano et al. (2013)

$$\text{Ráfagas de 20 \%} = 151\text{N} + 165\text{N} / 2 = 158\text{N}$$

$$\text{Ráfagas de 35\%} = 136\text{N} + 165\text{N} / 2 = 150\text{N}$$

$$\text{Promedio} = 158\text{N} + 150\text{N} = 308\text{N} / 2 = 154\text{N}$$

$$\text{Eficacia} = 154\text{N} (\text{resultado obtenido}) * 100 / 165\text{N} (\text{resultado planteado}) = 93\%$$

Eficacia= 93% en relación al aumento de la fuerza muscular.

- ✓ Eficacia según Maffiuletti et al. (2014)

$$\text{Eficacia} = 37\% (\text{resultado obtenido}) * 100 / 44\% (\text{resultado planteado}) = 84\%$$

Eficacia= 84% en el aumento de la fuerza muscular.

\*Nota

Los datos utilizados para reflejar la eficacia de la corriente Kotz están presentados en el capítulo 4 en el apartado de resultados, con base a los parámetros de tiempo y fuerza.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este capítulo desarrolla el planteamiento del problema de la investigación. Se contextualiza la incidencia sobre las secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia, con el debido tiempo de inmovilización lo que conlleva a la disminución de la fuerza muscular por lo que surge la pregunta de investigación.

De igual importancia se justifica la investigación al señalar los aspectos como magnitud, alcance, vulnerabilidad, incidencia, así como se describe el aumento de la fuerza con la técnica de corriente Kotz en el cuádriceps para futbolistas amateur. Finalmente se encuentran los objetivos de la investigación, tanto el objetivo general como los objetivos particulares, los cuales son de importancia debido a que posteriormente se describen cada uno de ellos para analizar la eficacia de la corriente Kotz para el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps.

## **2.1 Planteamiento del problema**

Durante la ejecución del deporte, fuerzas externas actúan sobre la articulación del tobillo y rompen el anillo articular, lo que produce fracturas bimalleolares -Weber B-, las mismas corresponden al 40%-75% de fracturas de tobillo, por lo tanto, estas pertenecen al grupo de lesiones traumáticas más frecuentes de visitas en los servicios de emergencia y representan el 9.2% del total de fracturas de tobillo en Reino Unido y Edimburgo (Peláez, 2015).

A su vez, estas constituyen el 9% de todas las fracturas atendidas en los servicios de salud en Estados Unidos con una incidencia anual de 184 personas por cada 10 mil habitantes (Maldonado et al., 2017), así también en Latinoamérica se representa con el 25% del total de las fracturas de miembro inferior y se descubrió que dentro de la población atlética de Nicaragua la incidencia se incrementa entre 12%-32% sobre todo en deportes que involucran fuerzas externas sobre el tobillo (Gutiérrez, 2011).

En Guatemala, la frecuencia de consultas por traumatismo en tobillo es muy alta, se manifestó que en 2007 el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MsPAS- en la vigilancia epidemiológica muestra que el 2.13% de la población del departamento de Sacatepéquez presentó fracturas bimalleolares con un tiempo de hospitalización medio de 4,4 +/- 1,9 días y a su vez, con un tiempo de consolidación aproximadamente de 8 a 12 semanas (Sosa, 2016).

Debido a este tiempo de inmovilización, el cuádriceps muestra ser uno de los grupos musculares más predisponentes a sufrir una disminución de fuerza muscular lo que provocará una limitación de la actividad deportiva, debido a esto la inmovilización provocara una disminución de la capacidad contráctil, a su vez, la velocidad de

degradación de las proteínas contráctiles será mucho más rápida que la velocidad de sustitución de las proteínas, esto generará una disminución de sus fibras musculares, en pocas palabras, atrofia muscular (Hall y Guyton, 2016).

Concretamente la inmovilización produce un retardo de la recuperación funcional del deportista lo que genera rigidez en los tejidos y atrofia muscular lo que conlleva a que no cumpla con las exigencias mecánicas a las que es sometido en la actividad deportiva.

El tobillo es una estructura mecánicamente adaptada y diseñada para una actividad normal, cuando se aumenta la actividad sobre él, este se rompe con facilidad por lo que después del tratamiento quirúrgico debe seleccionarse el programa de rehabilitación adecuado con el objetivo de restablecer el control voluntario de la musculatura y prevenir la atrofia.

Durante la rehabilitación se implementan entrenamientos con carga baja, ejercicios con contracción voluntaria tales como series de isométricos de cuádriceps para minimizar la atrofia y la pérdida de fuerza. Sin embargo, se ha demostrado que el entrenamiento con carga baja asociado con la corriente Kotz tiene mayor eficacia para promover el aumento de la fuerza muscular.

Esta corriente fue propuesta por el científico ruso Yadou M. Kotz derivada de la corriente interferencial diseñada específicamente para la potenciación muscular y tiene una aplicación en el deporte, pues mejorará la capacidad contráctil del músculo y a su vez aumentará la fuerza muscular.

Por lo anteriormente expuesto surge la pregunta ¿Cuál es la eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia?

## **2.2 Justificación**

La presente investigación pretende analizar la eficacia de la corriente Kotz como un método alternativo para el aumento de la fuerza muscular en futbolistas amateur con fractura Weber B. Las fracturas de tobillo constituyen las lesiones osteomusculares más cotidianas de acuerdo a las estadísticas mundiales y corresponden al 9.2% del total de las fracturas, consideradas como la segunda de mayor frecuencia con un 16%, después de las fracturas de fémur con un 20%, además se estima que se producen 122 fracturas en el tobillo cada año por cada 100 mil habitantes y esta cifra puede ser elevada en pacientes que practican deportes de contacto como futbol y baloncesto (Rodríguez y Aguilar, 2015).

Por otra parte, se estima que las fracturas de tobillo son más frecuentes en el sexo masculino, con un rango de edad de 13-28 años con una incidencia de 174 casos por 100 mil personas al año. En cuanto a la población de Latinoamérica, las fracturas Weber B se representan con el 25% de todas las fracturas de miembro inferior, de las cuales el 7.3% fueron causadas por accidentes deportivos y más frecuentes en los meses de invierno con un predominio en el sexo masculino. Se evidenció que dentro de la población atlética de Nicaragua la incidencia se incrementa entre 12%-32% sobre todo en deportes que involucran fuerzas externas sobre el tobillo y además el 72.2% de estas fueron más frecuentes en el futbol.

Por otro lado, en el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt en Antigua Guatemala la emergencia de traumatología y ortopedia demuestra que consultaron 8,793 pacientes de los cuales el 61.5% fueron por traumatismos en el tobillo y el 20% presentaron una fractura bimalleolar Weber B (Sosa, 2016).

Así mismo este tipo de fractura es frecuente en edades jóvenes y llegan a tener un tiempo de inmovilización alrededor de 8 a 12 semanas por lo que causa una disminución de la fuerza y resistencia muscular, a su vez conlleva a un aumento en la fatiga del músculo.

Un músculo poco activo o inmovilizado por fractura en un tiempo prolongado se atrofia, lo que provoca una disminución del tamaño y pérdida de fuerza, a su vez, fisiológicamente ocasiona una conversión progresiva de las fibras musculares motoras tónicas de tipo I y tipo IIb. Debido a esto, el tejido muscular necesita tan solo 2 semanas de inmovilidad para perder 8% de masa muscular por lo que surge la necesidad de analizar la efectividad de la corriente Kotz para mantener la fuerza del cuádriceps (Quisintuña, 2017).

En el tratamiento rehabilitador convencional para aumentar la fuerza muscular debido a una atrofia por inmovilización se utilizan diferentes métodos como por ejemplo los ejercicios isométricos, estimulación muscular eléctrica -EMS- y corriente australiana, otro tratamiento muy utilizado es la corriente Kotz, que produce contracciones en el sistema músculo esquelético para mejorar la contracción o intervenir en la misma cuando el paciente no es capaz de realizarla.

Este tipo de corriente es empleada en el área de rehabilitación con diferentes objetivos terapéuticos, de los cuales los principales son la prevención de atrofia, el fortalecimiento y reeducación muscular. Actualmente para evitar la atrofia muscular por inmovilidad se utiliza un tratamiento de estimulación por trenes de pulsos -compensados y modulados- lo que produce que el músculo se prepare para una contracción y lograr que esta sea más eficaz lo que facilitara a la reeducación muscular y recuperación funcional del paciente.

Lo anterior aclara que el tratamiento con corriente Kotz aumenta la fuerza muscular por lo que es una técnica alternativa para el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps posterior a una atrofia muscular por inmovilidad.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Explicar la eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia.

### **2.3.2 Objetivos Particulares**

- Reconocer la dosificación de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia.
- Describir los efectos fisiológicos de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas amateur entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia mediante consultas bibliográficas.
- Identificar los resultados de los efectos fisiológicos de la corriente Kotz para el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps en futbolistas entre 18-20 años con secuelas de fractura oblicua del tercio distal del peroné y maléolo interno de la tibia basada en literatura científica.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

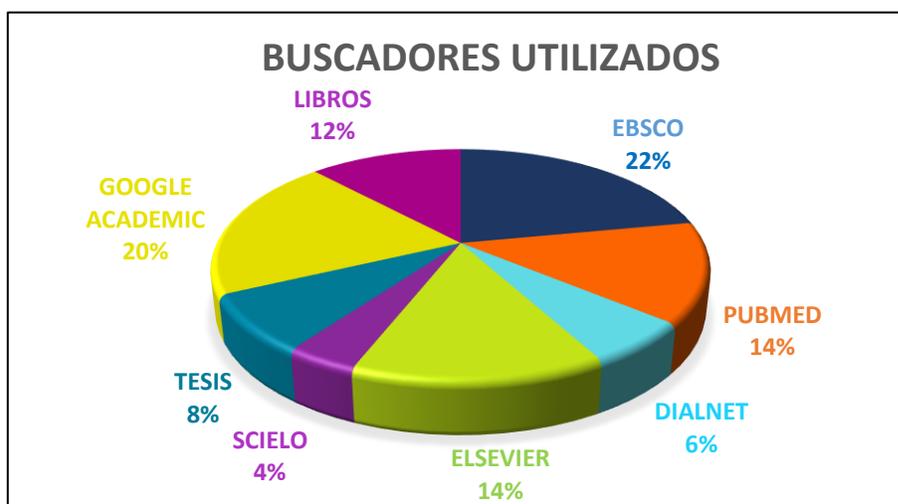
El conocimiento del marco metodológico que se utilizó en la presente investigación, indicará la manera que fueron recolectados los datos y la síntesis de los mismos, así mismo mostrara los buscadores que se utilizaron para dicha investigación, ya que al ser una investigación de enfoque cualitativo se deben afinar la pregunta de investigación, así como revelar las interrogantes en el proceso de interpretación de datos.

Por lo tanto la investigación consiste en describir situaciones, contextos o sucesos de manera independiente al momento de demostrar con precisión los resultados de la información recaudada, por lo que, esta se analiza y se sintetiza para obtener una relación entre las variables, a su vez esta investigación consta de la recaudación de eventos que ya sucedieron, sin manipulación o intervención del investigador, es decir, que la información fue recopilada de estudios científicos con la utilización de diferentes criterios para la selección de la información.

### 3.1 Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación es una recopilación de datos e información que está basada en una revisión sistemática de diferentes fuentes bibliográficas, con el fin de encontrar la eficacia de la corriente Kotz para el fortalecimiento del cuádriceps por secuelas de una fractura Weber B.

A continuación, se presenta una gráfica en la cual se observan las diferentes fuentes bibliográficas utilizadas.



*Figura 19. Referencias bibliográficas utilizadas (elaboración propia).*

- Variables

La variable independiente es considerada como la supuesta causa en una relación entre variables, en pocas palabras es la condición antecedente. Manipular la variable independiente tiene la ventaja de que se determina si la presencia de la variable o el tratamiento experimental tiene algún efecto (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

La variable dependiente es la que resulta de efecto provocado por dicha causa antes mencionada, no es manipulada, se mide para ver el efecto de la manipulación que la variable independiente tiene sobre ella (Hernández et al., 2014).

**Tabla 6.** Variables

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Fuente</b>
Independiente	Corriente Kotz.	Produce una contracción muscular visible a través de la activación de diferentes ramas nerviosas para evitar la atrofia muscular.	Por medio de esta corriente se ayuda a que la contracción muscular sea más efectiva, lo que favorece al aumento de la fuerza y a la reeducación muscular.	(Albornoz, 2016). (Solis, 2015). (Cameron, 2013).
Dependiente	Aumentar la fuerza en cuádriceps en futbolistas amateur con secuelas de fractura Weber B.	La fuerza se define como la capacidad de un músculo de generar y transmitir tensión en dirección de sus fibras, es decir, la capacidad de contracción ante una resistencia.	Después del tiempo de inmovilización debido a una fractura se producen cambios degenerativos que causan una disminución de la fuerza muscular, por lo que, el protocolo de rehabilitación debe basarse en la utilización de la corriente Kotz durante las primeras semanas de tratamiento ya que produce un aumento de la fuerza muscular.	(Conde, 2016). (Ramírez, 2012).

*Fuente: elaboración propia.*

### **3.2 Enfoque de investigación**

Para la presente investigación los autores utilizaron el enfoque cualitativo, ya que es utilizado para la recolección y análisis de datos, es decir, para afinar las preguntas de investigación, así como también revelar las interrogantes en el proceso de interpretación de datos, por lo tanto, el estudio cualitativo nos ayuda a desarrollar preguntas, hipótesis, recolección y analizar los diferentes datos, además es un proceso inductivo contextualizado de recopilación de información que se establece en una estrecha relación entre las experiencias y los instrumentos de medición (Hernández et al., 2014).

En el siguiente estudio se utilizó el enfoque anteriormente mencionado, debido a que el fortalecimiento del cuádriceps con el uso de la corriente Kotz, es una nueva alternativa de rehabilitación en la fisioterapia, por lo que, el análisis de este método será con base en las características para lograr el objetivo de la investigación.

### **3.3 Tipo de estudio**

Para este documento los investigadores utilizaron un tipo de estudio descriptivo que consiste en describir situaciones, contextos o sucesos, es decir, detallar como se manifiestan, especificar las propiedades y las características de lo estudiado.

Pretende recopilar información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos que se relatan, por lo que, son útiles al momento de demostrar con precisión los resultados (Hernández et al., 2014).

Conviene subrayar que el presente trabajo de investigación define cada una de las características y efectos que se formulan en las variables en donde todos los datos se relacionan entre sí.

### **3.4 Método de estudio**

Para este trabajo los investigadores utilizaron un método analítico, primero se recauda la información, se analiza y sintetiza lo que permitirá colocar las ideas conforme se necesite, los datos anteriormente mencionados se complementan entre sí, no se puede dar el uno sin el otro (Maya, 2014).

Este trabajo se basa en un análisis y síntesis, debido a que se realizó con el objetivo de la recolección de información de las variables antes mencionadas, sus características, las comparaciones y los resultados, por lo que se puede llegar a obtener una relación entre ambos, para lograr conocer sus efectos y crear conclusiones de las mismas según la información obtenida.

En la investigación los autores realizaron una revisión bibliográfica, la cual permitió verificar la evidencia del tema de investigación. El primer paso fue encontrar una problemática y su tratamiento, por lo que, se realiza la pregunta de investigación con lo cual se logró concretar el tema de investigación. Por lo anteriormente expuesto, se realizó una búsqueda del tema de investigación, con base en esto se realizó la elección en bases de datos con alta fiabilidad en donde se utilizaron diversas palabras clave que se mencionaran posteriormente.

Todos los datos se relacionan al momento de realizar un análisis de la literatura previamente obtenida de las cuales se harán criterios de inclusión y exclusión que se mencionarán posteriormente. Los anteriores conceptos ya analizados se utilizan al momento de elaborar el texto final en el marco metodológico.

Concretamente al final se realizan los resultados finales en los cuales se responde la pregunta de investigación, así mismo, la calificación que tendrán las variables y los efectos que producirá.

- Ecuaciones de búsqueda

Se refiere a las palabras clave que se unen para formar una ecuación al momento de realizar la búsqueda de información en las diferentes bases de datos, los resultados obtenidos serán representados en la tabla 7.

- Epidemiología por países

En la presente gráfica se muestran los países involucrados en la epidemiología anteriormente mencionada.

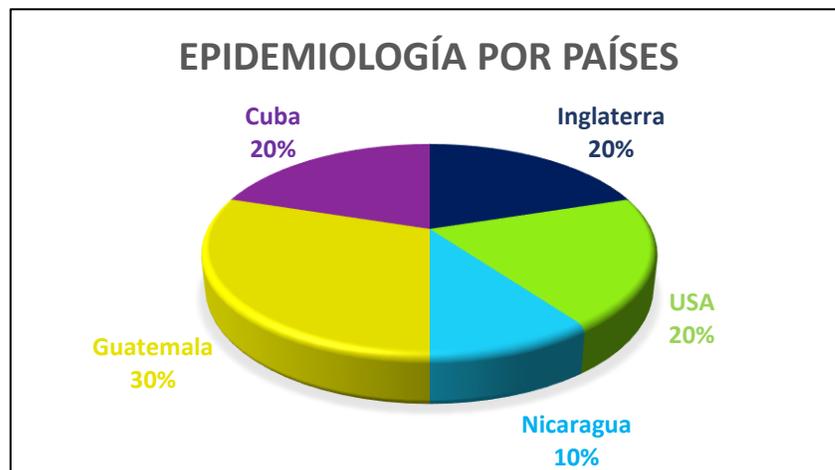


Figura 20. Epidemiología por países (elaboración propia).

**Tabla 7.** Ecuaciones de búsqueda

Ecuación de Búsqueda	RESULTADOS							
	EBSCO	PUBMED	DIALNET	ELSEVIER	SCIELO	PEDRO	GOOGLE ACADEMICS	OTROS
Fractura + Weber B	50	2	13	7	3	1	-	5
Electroestimulación + rusa	28	10	2	3	-	3	-	3
Atrofia + cuádriceps	36	15	11	14	4	33	-	4
Corriente + mediana + frecuencia	26	37	20	-	5	17	-	2
Corriente + EENM	2	-	1	-	-	-	-	18
Corriente + fortalecimiento + fisioterapia	1	-	-	-	-	13	-	45
Corriente + Kotz	909	12	-	17	-	-	6	3
Atrofia + cuádriceps + fractura	-	57	316	1,442	-	-	-	6
Incidencia + fractura + Weber B	-	-	23	13	3	-	4	1
Mecanismo de lesión + fractura	2	-	-	-	-	-	4	1
Terrenos + juego	-	-	-	-	-	-	-	3
Fútbol + amateur	-	-	-	1	-	-	2	1
Cuadro + clínico + fractura	7	-	-	-	-	-	-	2
Corriente + Kotz + futbolistas	14	3	1	26	2	1	19	78

*Fuente: elaboración propia.*

### **3.5 Diseño de investigación**

Para este método los investigadores utilizaron el diseño no experimental, en pocas palabras eventos que ya sucedieron, sin manipulación o intervención del investigador, por lo general tienen una visión retrospectiva, las variables independientes acontecen sin que se tenga el control sobre ellas (Cárdenas, 2005).

La información de la investigación fue recopilada de estudios científicos previamente realizados, lo que aclara que no se realizan estudios propios para lograr demostrar la relación de las variables antes mencionadas.

La investigación realizada es de tipo transversal ya que se realiza de enero a mayo del 2020, una sola observación en este periodo de tiempo, por lo que se describe de manera objetiva el fortalecimiento muscular del cuádriceps por medio de la utilización de la corriente Kotz, que en su momento de acuerdo con la bibliografía, se relacionarán las variables.

### **3.6 Criterios de selección**

Los criterios en un proceso de investigación implican las orientaciones que le permiten al investigador planificar la forma a realizar y dan la oportunidad de incluir o excluir diversas características que aumentan la variabilidad de la investigación (Manzano, 2016).

Por lo que en la siguiente tabla se muestran los criterios utilizados en la siguiente investigación.

**Tabla 8.** Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	Exclusión
a. Artículos sobre futbolistas amateur que sufrieron fractura Weber B.	a. No contar con la especialidad deportiva, aunque si sea la patología.
b. Estudios con futbolistas amateur masculinos y femeninos.	b. Documentos que no hablen sobre la fractura Weber B y del fortalecimiento muscular con electroestimulación rusa.
c. Artículos que hablen de futbolistas amateur en edades de 18-20 años.	c. Artículos que presenten fracturas unimaleolares o trimaleolares del tobillo.
d. Artículos o libros que muestren el cuadro clínico de la fractura Weber B.	d. Artículos que provengan de cualquier página web que no aporte información a la investigación.
e. Estudios sobre la estimulación rusa y sus efectos.	e. Estudios que no presenten propuestas de utilización del fortalecimiento con EENM.
f. Estudios que describan el método de utilización de la corriente Kotz.	f. Artículos que presenten fortalecimiento con corriente rusa en otra musculatura.
g. Información de libros y artículos sobre la eficacia del fortalecimiento con EENM.	g. No contar con el artículo completo, aunque cumpla los criterios de inclusión.
h. Artículos que provengan de buscadores científicos, revistas y libros.	h. Estudios con abordajes farmacológicos.
i. Artículos hasta 10 años de antigüedad.	i. Reseñas de libros y artículos.
j. Documentos en español e inglés.	j. Documentos con antigüedad mayor a 10 años.

*Fuente: elaboración propia.*

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

El presente trabajo es una revisión bibliográfica para la comprobación de la eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps, así mismo, se encontraron artículos y libros, de los cuales todos cumplían con los criterios de inclusión, los estudios experimentales especificaron su población, por lo tanto, se presenta los resultados obtenidos en la investigación, a su vez, reconocen la dosificación óptima que debe utilizarse con el método de corriente Kotz, para aumentar la fuerza muscular en el cuádriceps tras un tiempo de inmovilización.

De igual importancia se indican los efectos fisiológicos que se producirán en los músculos posterior a la aplicación de la técnica, así mismo, se realiza una discusión para concluir si los objetivos planteados en la investigación fueron alcanzados. Por último, se encuentran las perspectivas del trabajo, que sugieren nuevas líneas de investigación a largo plazo para proporcionar mayor información que compruebe la eficacia de la modalidad de electroterapia anteriormente expuesta.

## **4.1 Resultados**

El presente trabajo es una revisión bibliográfica para la comprobación de la eficacia de la corriente Kotz para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps, por lo que, se presentan los resultados obtenidos con base en los objetivos planteados.

- Dosificación de la corriente Kotz para el fortalecimiento muscular del cuádriceps  
Dentro del campo de la electroterapia se encontró que la rehabilitación de deportistas con una debilidad del cuádriceps debido a una inmovilización, se utiliza una modalidad de media frecuencia derivada de la corriente interferencial que se encarga de la potenciación muscular por medio de contracciones musculares visibles (Solis, 2015).

Según el estudio de Taradaj et al. (2013) indica que la estimulación eléctrica neuromuscular apunta a promover la activación de potenciales de acción para el fortalecimiento muscular, así mismo, se centra en la utilización de la corriente Kotz para el fortalecimiento muscular del cuádriceps tras una inmovilización, para ello, se realizó la investigación con un grupo de 80 deportistas de los cuales el 50% se sometió a un programa de ejercicios 3 veces por semana durante un mes, el cual constaba en la realización de ejercicios isométricos, pliométricos, ejercicios aeróbicos, anaeróbicos y entrenamiento deportivo, también cabe señalar, que la mitad de este grupo fue sometido al mismo entrenamiento más la utilización de la electroestimulación Kotz con una frecuencia de 2500Hz modulada en 50Hz, con ráfagas de estimulación cada 10ms y contracciones sostenidas durante 10s con tiempo de descanso de 50s durante 30min, los electrodos fueron colocados sobre el

punto motor y con una alineación en paralelo en dirección de las fibras musculares con una separación de al menos 5cm.

En cuanto a la dosificación propuesta por Cameron (2013) es muy similar a la dosificación del estudio de Taradaj et al. (2013) con la única diferencia en los tiempos de encendido y apagado, ya que este autora recomienda que para el aumento de la fuerza muscular se debe utilizar tiempo de encendido de 6-10s, tiempo de apagado de 50-120s, con rampas de 2s y un mínimo de tratamiento de 20min.

Por el contrario, se encontró que en el estudio de Vásquez et al. (2018) indican que el fortalecimiento muscular del cuádriceps es más eficaz cuando se realizan ejercicios isométricos, ya que en comparación con los ejercicios isotónicos, los ejercicios isométricos tienen mayor reclutamiento de fibras musculares, por lo cual, es más efectivo para el aumento de la fuerza muscular, así mismo, la dosificación que utilizaron fue una frecuencia de 2500Hz modulada en 50Hz con una rampa de ascenso de 2s, meseta de 5s y 3s de descenso, en una posición sedente con la rodilla a 90 grados y con la realización de una contracción isométrica máxima durante 5s, en pocas palabras el tiempo de meseta, por lo que el tiempo total de aplicación fue de 15min con una colocación de electrodos igual al estudio de Taradaj et al. (2013) anteriormente mencionado.

Desde otra perspectiva, en un estudio con futbolistas para describir el efecto de los parámetros de la corriente de media frecuencia se encontró que 25 futbolistas que anteriormente se habían sometido a un entrenamiento deportivo durante 8 meses y posterior a eso al fortalecimiento del cuádriceps con la ayuda de la electroestimulación de media frecuencia con una dosificación igual a la descrita

anteriormente, con la diferencia en la duración de la fase de 200ms, una estimulación de 9s, con tiempo entre sus rampas de 3s, con un tiempo de descanso de 5min, a una intensidad de 0-150 miliamperios, así mismo, este autor comenta que los trabajos en ráfaga del 20%, 35% y 50% tienen más eficacia para el fortalecimiento muscular en deportistas (Liebano et al., 2013).

- Efectos fisiológicos del fortalecimiento muscular con corriente Kotz

Esta modalidad de estimulación eléctrica neuromuscular es utilizada dentro del campo de la electroterapia clínica para la rehabilitación en deportistas, como se mencionaba anteriormente, su principal característica es producir contracciones musculares visibles a través de la activación de las ramas nerviosas (Solís, 2015).

De igual importancia en lo que respecta a Pinfildi, Carvalho, Megumi y Paschoal (2018) refiere que se produce una disminución en el glucógeno en las fibras musculares tipo II, las cuales anteriormente se menciona que son las primeras en afectarse, por lo que los autores apoyan el uso de la corriente Kotz.

Según los estudios de Montenegro et al. (2019) y Taradaj et al. (2013) indican que la estimulación eléctrica neuromuscular promueve la activación de potenciales de acción en las motoneuronas basada en la estimulación de las ramas intramusculares, así mismo, durante la estimulación eléctrica ocurre una inversión del mecanismo de contracción muscular –activación en primer lugar de fibras tipo II y activación en segundo lugar de fibras tipo I–, se debe agregar el trabajo muscular voluntario para fortalecer la musculatura de manera fisiológica, también cabe subrayar que al aumentar el nivel de corriente, la epidermis disipa menor impedancia lo que permitirá la estimulación de nervios motores, que a su vez, mientras mayor sea la frecuencia de onda portadora, mejor será la activación de los nervios motores.

Como se menciona anteriormente Cameron (2013) menciona dos principios en rehabilitación con el uso de la corriente Kotz, el principio de sobrecarga y especificidad.

- Identificar los resultados de la corriente Kotz para el aumento de la fuerza muscular del cuádriceps

Los hallazgos encontrados explican los resultados obtenidos en diferentes fuentes bibliográficas en la aplicación de la corriente Kotz para el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps.

En el estudio de Taradaj et al. (2013) se encontró que los grupos estudiados fueron 2, así mismo, el grupo 1 se sometió a un programa de ejercicios 3 veces a la semana más la utilización de la electroestimulación rusa y el grupo 2 se sometió solo al programa de ejercicios, por lo tanto al comparar los 2 grupos, ambos tuvieron diferencia significativa, el grupo 1 al inicio del tratamiento presentaba en el lado que estuvo inmovilizado una fuerza muscular de 645.9 Newton –N–, y una circunferencia de 56.5cm, por el contrario en el lado que no estuvo inmovilizado presentaban una fuerza muscular de 840.1N y una circunferencia de 58.1cm, en comparación con el grupo 2, el lado que estuvo inmovilizado presentaba una fuerza muscular de 648.6N y una circunferencia de 56.2cm, a su vez, en lado contralateral presentó una fuerza muscular de 840.4N y una circunferencia de 57.7cm, por lo anteriormente descrito, después de 1 mes de tratamiento el grupo 1 tuvo un aumento de fuerza muscular en el lado inmovilizado de 645.9N a 893.4N –28.7%–, y un aumento de la circunferencia de 56.5cm a 57.9cm –1.4%–, por el contrario, en el lado contralateral la fuerza aumentó de 840.1N a 1089.8N –30.1%– y un aumento de la circunferencia de 58.1cm a 59.3cm –1.1%–.

En comparación con el grupo 2, la fuerza muscular del lado inmovilizado aumento de 648.6N a 669.8N  $-4.6\%$  y un aumento de la circunferencia de 56.2cm a 57.1cm  $-0.6\%$ , a su vez, el lado contralateral aumento una fuerza de 840.4N a 885.2N  $-4.6\%$  y un aumento de la circunferencia de 57.7cm a 58.2cm  $-0.4\%$ .

Por lo tanto, el estudio llegó a la conclusión que para el aumento de la fuerza muscular es más eficaz la utilización de la estimulación eléctrica ya que la evidencia menciona un beneficio en la restauración de la masa muscular y de la fuerza del cuádriceps en futbolistas, a su vez, tiene un mayor índice de beneficio en la biomecánica de la rodilla.

Otro hallazgo de gran relevancia es el estudio de Liebano et al. (2013) en el cual 25 jugadores fueron sometidos antes de la prueba a un entrenamiento deportivo con una duración de 8 meses con el objetivo de que los participantes cumplieran con al menos una función de los extensores de rodilla de 7.1% con una potencia del 80% según lo requerido por el Minitab State Collage, posterior a la reclutación de los participantes, estos fueron preparados con un calentamiento en bicicletas ergométricas a una velocidad moderada durante 5min, seguido de estiramientos -3 repeticiones de 30s cada una del músculo cuádriceps e isquiotibiales- , a continuación, se le aplicó la corriente de media frecuencia en los puntos motores del recto femoral y vasto medial, así mismo la aplicación de la misma se realizó en 3 fases, la primera constaba de la aplicación de esta corriente con la dosificación antes descrita con un ciclo de trabajo en ráfaga del 20%, posterior a ello se vuelve aplicar la corriente con la misma dosificación y el mismo tiempo de descanso con un ciclo de trabajo aumentado al 35% en ráfaga y a continuación se realiza el mismo

procedimiento con un aumento del 50% de trabajo en ráfaga. Durante la prueba se pidió a los participantes que realizaran una contracción isométrica máxima.

Por lo tanto, en la prueba antes descrita se obtuvo como resultados que de los 25 participantes 1 no completó el estudio debido a un dolor agudo durante la estimulación eléctrica probablemente debido a una lesión muscular, así mismo, con el resto de participantes se obtuvo un torque de 151 +/- 65N con trabajo en ráfaga de 20%, con un trabajo de 35% se encontró un torque de 136 +/- 65N y con el ciclo de trabajo de 50% se obtuvo 130 +/- 63N de torque, por lo que, la media de torque generada por la prueba fue de 304 +/- 47N.

Anterior a esto, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la aplicación de EENM en ciclos de 20% y 35% por lo que es más efectivo fortalecer el cuádriceps con las ráfagas antes descritas, ya que el grupo que realizó la prueba con ciclo del 50% presentó molestias sensoriales del  $P=0.34$ .

De igual importancia Maffiuletti, Vivodtzev, Minetto y Place (2014) indican un estudio realizado con 5 hombres y 5 mujeres con una edad media de 20.1 años, así mismo estos participantes se sometieron a un programa de fortalecimiento que constaba que en una pierna se le aplicaba la corriente EENM por sí sola y en la pierna contralateral se colocaba la corriente EENM más la realización de una contracción isométrica máxima, así mismo, se utilizó una corriente de media frecuencia con una portadora de 2500Hz modulada en 50Hz con estímulos con un intervalo de 10ms y contracción isométrica de 4-5s más la estimulación eléctrica y 2s de descanso, con un tiempo de tratamiento de 15min, por lo tanto al finalizar la prueba, la fuerza muscular generada por la corriente más los isométricos fue del 44% y la fuerza generada solo por la corriente fue de 37%, por lo que la corriente de

media frecuencia más la realización de isométricos aumenta en un 8% más la fuerza muscular que solo la utilización de la corriente de media frecuencia.

Por otra parte, la investigación de Parker et al. (2011) sobre los niveles de contracción producida en el cuádriceps tras la utilización de la corriente Kotz, indica que al utilizar la estimulación eléctrica en 18 participantes con la dosificación antes descrita por Taradaj et al. (2013), con la única diferencia en los ciclos de trabajo, los cuales constaban del 10%-90%, así mismo, el estudio constaba de la aplicación de la técnica en 3 sesiones de 30 min, en las cuales se colocaba la estimulación eléctrica más una contracción isométrica máxima y al utilizar este método de trabajo se encontró que la fuerza muscular de contracción aumentaba en un 42.9 % con el ciclo de trabajo del 10%, por el contrario, al utilizar el ciclo de 90% la fuerza de contracción aumentaba a un 32.1% por la sensación de incomodidad, a su vez, el estudio demostró que un músculo fatigado después de la corriente, la fuerza de contracción se mantenía en un 5.4% con un ciclo de trabajo del 90% y en comparación con el ciclo contrario la fuerza se mantenía en un 8.4%, por lo cual, se demostró que los patrones estimulación eléctrica inferiores a 10% producen mayor fuerza contracción, por lo cual para aplicaciones clínicas el método de rehabilitación con corriente Kotz con patrón de ráfaga del 10% es de más utilidad para aumentar la fuerza muscular del cuádriceps.

En el estudio de Feil, Newell, Minogue y Paessler (2011) en el cual 96 pacientes con una reconstrucción del ligamento cruzado anterior con un tratamiento que inicio al tercer o cuarto día postoperatorio, en el cual se realizaron 3 grupos, los pacientes que recibieron EENM fueron instruidos para contraer isométricamente el músculo cuádriceps voluntariamente con cada estimulación muscular. El primer grupo

Kneehab –KH– con una frecuencia modulada de 50Hz, 5s contracción, 10s relajación, 2s de rampa de ascenso, 1s de rampa de descenso, durante 20min. De esta manera el grupo Polystim –PS– con la misma frecuencia modulada, 10s contracción, 20s relajación, 1.5s de rampa de ascenso, 1s de rampa de descenso, durante 20min y el grupo como controles –CO– que realizaron contracciones isométricas del cuádriceps.

La fuerza se midió isocinéticamente a dos velocidades, 90-180 grados/s, el cuádriceps obtuvo un aumento de la fuerza en el grupo KH del 30.2%- 27.8%, respectivamente. Por el contrario, para PS fueron 5.1% -5%, mientras que para el CO fueron 6.6% -6.7%. Cabe resaltar que se realizó la prueba de salto con una sola pierna en la cual el grupo KH obtuvo el resultado del aumento de la fuerza en un 50% mientras que para el PS fue de 26.3% y CO 26.2%. Por lo que, el tratamiento en el grupo KH con EENM e isométricos fue más eficaz en comparación con los otros dos tipos de tratamientos utilizados en el aumento de la fuerza muscular en cuádriceps en los pacientes.

## **4.2 Discusión**

Con base en los estudios encontrados, la eficacia del fortalecimiento muscular del cuádriceps tras la inmovilización por una fractura Weber B no ha sido examinada, sin embargo, hay muchos estudios que describen como se debe fortalecer el cuádriceps tras una inmovilización prolongada.

Entonces ante los resultados de esta investigación los autores tuvieron diferentes objetivos en cada uno de los estudios como, valorar las diferencias de la fuerza cuadricepsal en pacientes inmovilizados por gonartrosis, así mismo comparar el

fortalecimiento isométrico con electroestimulación contra isométricos simples (Domínguez, Arellano, Leos y Domínguez, 2011), analizar cualitativa y cuantitativamente la interacción de las corrientes rusas y australianas en contracción isométrica del músculo cuádriceps femoral en los espectros sensoriales, motores y de tolerancia al dolor en mujeres sanas (Montenegro et al., 2019), investigar los efectos de la estimulación eléctrica neuromuscular en diferentes frecuencias en el cuádriceps femoral (Pinfildi et al., 2018), mostrar la eficacia de la estimulación eléctrica neuromuscular y la limitación por la incomodidad de contracciones provocadas eléctricamente (Bellew, Beiswanger, Freeman, Gaerte y Trafton, 2018), comparar el efecto de 2 métodos de electroestimulación en las siguientes variables: fuerza y antropometría (Campos et al., 2015).

Por lo anteriormente descrito, diferentes estudios tuvieron diferentes objetivos y en consecuencia todos tuvieron diferentes formas de presentar sus resultados, así mismo, la comparación se muestra en la tabla 9.

Con respecto al aumento de la fuerza muscular Taradaj et al. (2013) en su estudio demuestra que la fuerza muscular del cuádriceps aumentaba con la utilización de la corriente Kotz, ya que se producen potenciales de acción, lo que conlleva a una mejor contracción muscular que así mismo, al provocar contracciones repetitivas restaura de la masa muscular y produce un mayor beneficio en la biomecánica de la rodilla, lo anteriormente descrito contrasta con lo dicho por Campos et al. (2016) ya que en su estudio la electroestimulación muscular de baja frecuencia es más efectiva para el aumento de la fuerza muscular ya que se aprecia que el grupo sometido a este tipo de corriente, la fuerza máxima aumenta en mayor porcentaje.

**Tabla 9.** Comparación de la corriente Kotz

Pinfildi et al. (2018).	Domínguez et al. (2011).	Montenegro et al. (2019).	Bellew et al. (2018).	Campos et al. (2016).
La corriente Kotz es comparada con corriente de baja frecuencia en deportistas y demostró que la corriente de media frecuencia es más cómoda y capaz de generar una contracción isométrica máxima por lo que aumenta en mayor porcentaje la fuerza muscular.	La estimulación rusa es aplicada más realización de contracciones isométricas y se demostró que en los participantes aumentaba en mayor porcentaje la fuerza muscular que simplemente la realización de un trabajo isométrico, debido a la mayor contracción de las fibras musculares.	Se evaluó la tetanización del cuádriceps con corriente australiana y Kotz en la cual utilizaron 2 test, los cuales evalúan 3 ítems - sensorial, nivel de malestar y motor-. En el aumento de la fuerza muscular fue mayor en la pierna de aplicación de la corriente Kotz debido al nivel de tetanización.	Aplicación de corriente pulsada de baja frecuencia es más eficaz para aumentar la fuerza muscular del cuádriceps en comparación con la corriente pulsada de media frecuencia – rusa– debido al nivel de incomodidad producido.	El estudio realizó una comparación de la corriente Kotz, Estimulación nerviosa transcutánea – TENS– convencional y corriente TENS modificada la cual aumenta la fuerza muscular máxima en cuádriceps y la disminución del pliegue cutáneo del muslo en 8 semanas.

*Fuente: elaboración propia.*

Otro hallazgo de gran relevancia, fue el estudio de Montenegro et al. (2019) que muestra que aumentaba la fuerza muscular del cuádriceps debido que al utilizar la electroestimulación Kotz hay mayor tetanización del músculo a nivel motor y a nivel sensorial produce menos incomodidad, por lo cual es una herramienta eficaz para el aumento de la fuerza, por el contrario, el estudio de Bellew et al. (2018) indica que la fuerza muscular aumentaba con la aplicación de una corriente pulsada de baja frecuencia debido a que la aplicación de una corriente pulsada de media frecuencia producía en el

músculo un alto índice de incomodidad por lo que impide que los participantes realicen de forma óptima la prueba.

También sobre el aumento de fuerza en el cuádriceps los estudios de Liebano et al. (2013) y Maffiuletti et al. (2014) muestran que la electroestimulación Kotz es eficaz debido a que el torque producido en los participantes es mayor después de las primeras semanas de tratamiento y que la fuerza se aumentaba en un mayor porcentaje debido al incremento de reclutación de las fibras musculares producidas por los ejercicios isométricos, por lo tanto, comparado en lo dicho en los estudios de Pinfield et al (2018) y Domínguez et al. (2011) afirman que el aumento de la fuerza muscular en el cuádriceps se da en un porcentaje similar a lo dicho por los anteriores autores, debido a que se aumentaba el reclutamiento de fibras musculares producidas por los ejercicios isométricos y en relación con el sistema sensorial no producía ninguna incomodidad al momento de la aplicación.

### **4.3 Conclusiones**

Los datos obtenidos en esta investigación aclaran que la modalidad derivada del grupo de electroterapia EENM –corriente Kotz–, es un método de fortalecimiento muscular con resultados favorables, debido que la dosificación adecuada permitirá que las fibras musculares tengan una mejor activación y así mismo evitar la fatiga muscular.

Por lo tanto, la corriente Kotz provocara un cambio estructural en las fibras musculares debido a que se producen potenciales de acción que despolariza la misma, este proceso se rige en 2 principios, el primero es llamado de especificidad, que hace referencia al orden de activación ya que las primeras en activarse son las fibras tipo II debido a su gran tamaño y posterior a ellas la activación de las fibras tipo I de menor diámetro, el segundo

es denominado principio de sobrecarga, el cual indica que a mayor carga sobre el músculo se producirá mayor aumento de fuerza.

Con base en lo anteriormente expuesto, la eficacia de la corriente Kotz según Taradaj et al. (2013) es de un 89%, por otra parte, Liebano et al. (2013) describe que la eficacia es de 93% y por último Maffioletti et al. (2014) presenta una eficacia del 84% tras la aplicación de la corriente. Según los resultados anteriores, se obtiene la eficacia basado en la fórmula –eficacia = resultados alcanzados \* 100 / resultados previstos– por lo que se concluye que la corriente Kotz es eficaz relacionado con el aumento de la fuerza muscular en un 88% y con un tiempo de recuperación de 4 semanas, lo que conlleva a la pronta recuperación del deportista. Cabe subrayar que se produce un mayor aumento de la fuerza muscular cuando se combina la corriente Kotz con ejercicios isométricos debido a que existe un mayor reclutamiento de las fibras musculares.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

En esta investigación se logró identificar nuevas tendencias o formas para continuar en la ayuda a los pacientes en su rehabilitación, con la cualidad de eficacia. Se pueden plantear nuevas líneas de investigaciones científicas para publicar en un futuro un estudio experimental en personas sedentarias sobre la corriente Kotz en un proceso de atrofia muscular con secuelas de fractura en tobillo.

De este modo, un estudio experimental en diferentes patologías sobre la comparación de la corriente Kotz en atrofia y esta misma combinada con ejercicios isométricos. Tanto como la aplicación de la corriente Kotz en espasticidad para el aumento de fuerza de los músculos débiles o inhibidos.

De igual importancia, lograr proporcionar mayor información que compruebe sus efectos positivos, las cualidades que posee y el uso que se le puede dar a diferentes poblaciones clínicas y no clínicas que presenten un proceso de debilidad o atrofia muscular.

## REFERENCIAS

- Albornoz, M. (2016). *Electroterapia Práctica. Avances en Investigación Clínica*. Elsevier, España.
- Bellew, J., Allen, M., Biefnes, A., Grantham, S., Miglin, J. & Swartzell, D. (2018). Efficiency of neuromuscular electrical stimulation: A comparison of elicited force and subject tolerance using three electrical waveforms. *Physiotherapy theory and practice*, 34(7), 551-558. doi: 10.1080/09593985.2017.1422820.
- Bonnel, F., Mabit, C. y Tourné, Y. (2016). Anatomía y biomecánica de la articulación talocrural. *EMC – Podología*, 18(2), 1-15. doi: 10.1016/S1762-827X(09)70681-9.
- Cameron, M. (2013). *Agentes Físicos en Rehabilitación*. Elsevier, Barcelona, España. Recuperado de <https://bit.ly/2XLC35g>.
- Campos, J., Martínez, C., Carrasco, V., Arcay, R., Ramírez, R., Mariscal, M., Jerez, D. y Silva, M. (2016). Efecto de 8 semanas de corriente TENS modificada y la corriente rusa, sobre la fuerza muscular y la composición corporal. *Revista andaluza de medicina del deporte*. 9(1), 3-6. doi: 10.1016/j.ramd.2015.03.002.
- Cárdenas, R. (2005). Diseño curricular y perfil de egreso y sistema educativo naval. Universidad Naval. Veracruz. México. Recuperado de <https://bit.ly/3aelwch>.
- Cedeño, A., Suros, P. y Tamayo, Y. (2017). Eficacia de la rehabilitación preartroscopia y posartroscopia de rodilla 2016-2017. Universidad de ciencias médicas de granma. *Revista Médica*, 22(1). Recuperado de <https://bit.ly/2yib46k>.
- Conde, I. (2016). Beneficios del entrenamiento de la fuerza en la educación primaria. *Magister*, 28(2), 99-101. doi: 10.1016/j.magis.2016.10.001.
- Cordero, J. (2008). *Agentes Físicos Terapéuticos*. La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
- Coronado, C. (2017). *Tratamiento fisioterapéutico en fractura y luxación de tobillo* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/2Vaqvqv>.

- Cruz, L. (2018). *Electroterapia en fortalecimiento muscular* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/3a7qY0z>.
- Díaz, E. (2015). *Manual de fisioterapia en traumatología*. Barcelona, España: Elsevier.
- Domínguez, L., Arellano, J., Leos, H. y Domínguez, L. (2011). *Diferencias en fuerza isométrica del cuádriceps usando estimulación eléctrica más isométricos vs isométricos simples en pacientes con gonartrosis* (Tesis pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/2yep1lR>.
- Feil, S., Newell, J., Minogue, C. & Paessler, H. (2011). The effectiveness of supplementing a standard rehabilitation program with superimposed neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1238-1247. doi: 10.1177/0363546510396180.
- Fukuyama, B. (2011). Fractura de tobillo Weber B. *Revista española*.
- Gobierno federal México, CONADE. (2008). *Fútbol el juego de todos*. (Primera publicación). Recuperado de <https://bit.ly/2VsU2ul>.
- Gutiérrez, J. (2011). *Resultado funcional del manejo conservador y quirúrgico de las fracturas de tobillo* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/3ckjFUQ>.
- Hall, J. y Guyton, A. (2016). *Guyton y Hall tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Elsevier.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Distrito Federal, México. McGraw-Hill Education. Sexta edición.
- Herrero, J., Abadía, O., Morante, J. y Garcia, J. (2006). Parámetros del entrenamiento con electroestimulación y efectos crónicos sobre la función muscular (I). *Archivos de medicina del deporte*, 23(116). Recuperado de <https://bit.ly/2RFbNWe>.
- Jimenez, U. y Yanci, J. (2016). Perfil físico en futbolistas de categoría amateur de acuerdo a la posición que ocupan en el campo. *Revista Española e educación física y deportes*, (415). Recuperado de <https://bit.ly/3aaXQ8M>

- Kapandji, A. (2012). *Fisiología articular, esquemas comentados de mecánica humana*. Editorial Médica Panamericana.
- Liebano, R., Waszczuk, S. & Barbosa, J. (2013). The effect of burst-duty-cycle parameters of medium-frequency alternating current on maximum electrically induced torque of the quadriceps femoris, discomfort, and tolerated current amplitude in professional soccer players. *Journal of orthopedic, sports physical therapy*, 43(12). doi: 10.2519/jospt.2013.4656.
- Linares, M., Escalante, K. y La Touche, R. (2004). Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electroestimulación del cuádriceps. *Fisioterapia*, 26(4), 235-44. doi: 10.1016/S0211-5638(04)73108-9.
- Llana, S., Pérez, P. y Lledó, E. (2010). La epidemiología en el fútbol: una revisión sistémica. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*, 10(37), 22-40. Recuperado de <https://bit.ly/2RJd52f>.
- Lombardi, F. (2018). *Los diferentes tipos de fútbol y sus reglas*. Recuperado de <https://bit.ly/34HJ7Be>.
- Maffiuletti, N., Vicodtzev, I., Minetto, M. & Place, N. (2014). A new paradigm of neuromuscular electrical stimulation for the quadriceps femoris muscle. *Eur J appl physiol*, 114, 1197-1205. doi: 10.1007/s00421-014-2849-2.
- Maldonado, E., Dominguez, G. y Ortiz, F. (2017). Tratamiento quirúrgico con doble sistema, fractura de tobillo Weber B. Ecuador. doi: 10.14410/2017.9.2.cc.28.
- Manzano, R. (2016). Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de la publicación. *Revista chilena de pediatría*, 87(6), 511-512. doi: 10.1016/j.rchipe.2016.05.003.
- Márquez, C., López, G., Ortiz, F. y Clavijo, J. (2017). Caso Clínico: Fractura de Tobillo Weber B, Tratamiento quirúrgico con doble sistema tightrope. *Revista médica*, 9(2), 176 - 180. doi: 10.14410/2017.9.2.cc.28.

- Marzuca, G. (2019). Atrofia muscular esquelética: nexo entre ciencias básicas y aplicadas (Kinesiología/fisioterapia). *Fisioterapia e pesquisa*, 26(1). doi: 10.1590/1809-2950/00000026012019.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación. Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines*. Universidad Nacional Autónoma de México, facultad de arquitectura. Recuperado de <https://bit.ly/2VnDtje>.
- Mederos, M., Marrero, P., Mirabal, A., Alfonso, Z. y García, J. (2019). Fijación interna de la sindesmosis tibioperonea distal en tipos B y C de Weber. *Acta médica del centro*, 13(3), 390-397. Recuperado de <https://bit.ly/2VtpIjg>.
- Ministerio de salud del Salvador. (2012). *Guías clínicas de ortopedia*. Recuperado de <https://bit.ly/2ybxrKN>.
- Monteagudo, M., Martínez, P., Macetra, E. y Gutiérrez, B. (2016). Monografías de actualización de la sociedad española de medicina y cirugía del pie y tobillo. *Elsevier*, (8), 1-106. Recuperado de <https://bit.ly/3bdWJGW>.
- Montenegro, E., Santos, K. & Rocha, G. (2019). Use of Russian and Aussie current in isometric tetanization of the quadriceps femoris. Universidad Federal de Pernambuco, Brazil. doi: 10.1590/1517-869220192502157134.
- Moore, K. (2013). *Anatomía con orientación clínica*. Barcelona, España: Wolters Kluwer Health Lippincopp Willians & Wilkins.
- Muñiz, M. (2015). *Manual de electroterapia*. (Tesis pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/3eqaUuc>.
- Parker, M., Broughton, A., Larsen, B., Dinius, J., Cimbura, M. & Davis, M. (2011). Electrically induced contraction levels of the quadriceps femoris muscles in healthy men. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 90(12), 999-1011. doi: 10.1097/PHM.0b013e318238a2cf.
- Peinado, A., Gordo, P., Baltasar, L., Caracena, R. y Ruiz, V. (2010). Fracturas de tobillo. Diagnóstico por imagen, *GlaxoSmithKline*. Recuperado de <https://bit.ly/2Vb1NpC>.

- Peláez, L., Reina, E. y Herrera, J. (2015). Luxofracturas de tobillo. *Artículos de actualización*. Recuperado de <https://bit.ly/3ejrw70>.
- Pinfildi, C., Carvalho, R., Megumi, L. & Paschoal, R. (2018). Neuromuscular electrical stimulation of medium and low frequency on the quadriceps femoris. *Acta ortp bras*, 26(5), 346-349. doi: 10.1590/1413-785220182605178164.
- Pró, E. (2012). *Anatomía Clínica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial médica panamericana. Recuperado de <https://bit.ly/3euUwc6>.
- Quisintuña, V. (2017). *Atrofia muscular de miembro inferior derecho, como consecuencia de multifracturas por accidente de tránsito* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/3cklPUs>.
- Ramírez, C. (2012). Una visión desde la biología molecular a una deficiencia comúnmente encontrada en la práctica del fisioterapeuta: la atrofia muscular. *Salud UIS*, 44(3); 31-39. Recuperado de <https://bit.ly/3ch92IN>.
- Rodríguez, Y. y Aguilar, G. (2015). Tratamiento de las fracturas inestables del tobillo. *13(5)*, 647-653. Recuperado de <https://bit.ly/34AMvh2>.
- Ruiz, M., Hazañas, S., Conde, M., Enríquez, E. y Jiménez, D. (2015). Fracturas: conceptos generales y tratamiento. Recuperado de <https://bit.ly/3cgrtHl>.
- Salces, J. (2015). *Análisis de la incidencia lesional en el fútbol profesional español en la temporada 2008-2009* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://bit.ly/3bbHlL4>.
- Sánchez, J. (2015). *Estudio radiológico de correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal de fracturas de tobillo* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://bit.ly/3bgGby4>.
- Serna, A. (2016). Consolidación de las fracturas. *Angelini, Permanyer*, 7(2), 5-32. Recuperado de <https://bit.ly/2VvGApC>.
- Serrano, F. (2014). Anatomía y biomecánica de la rodilla. *Fisioterapia y rehabilitación de rodilla*. Formación Alcalá. Madrid, España. Recuperado de <https://bit.ly/2VvNCuh>.

- Solís, E. (2015). *Efectos de la Aplicación de electroterapia en el hospital regional de occidente* (Tesis pregrado). Recuperado de <https://bit.ly/34JslSk>.
- Sosa, S. (2016). *Resultado funcional del manejo quirúrgico con osteosíntesis en fracturas cerradas del tobillo* (Tesis de maestría). Recuperado de <https://bit.ly/2wEYe1E>.
- Sous, J., Ruiz, J., Brito, M., Navarro, R., Navarro, M. y Navarro, R. (2013). Fracturas de tobillo en deportistas. Estudio epidemiológico. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte* 13(50), 257-278. Recuperado de <https://bit.ly/34BCNLv>.
- Taradaj, J., Halski, T., Kucharzewski, M., Walewicz, K., Smykla, A., Ozon, M., Slupska, L., Dymarek, R., Ptaszkowski, K., Rajfur, J. & Pasternok, M. (2013). The effect of neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and knee function in professional soccer players: return to sport after ACL reconstruction. *Biomedical research international*. doi:10.1155/2013/802534.
- Tonon, G. (2011). La utilización del método comparativo en estudios cualitativos en ciencia política y ciencias sociales: diseño y desarrollo de una tesis doctoral. *Revista de temas sociales*, 15(27). Recuperado de <https://bit.ly/2V77uVM>.
- Vásquez, M., Montes, M., Zapata, L., Martínez, S., Vázquez, J. & López, C. (2018). Combining Russian stimulation with isometric exercise improves strenght, balance, and mobility in older people with falls síndrome. *Wolters Kluwer Health*, 42(1), 41-45. doi: 10.1097/MRR.0000000000000321.
- Villas, T. (2016). Monografías de actualización de la sociedad española de medicina y cirugía del pie y tobillo. *Elsevier*, (8), 17-22. Recuperado de <https://bit.ly/3bdWJGW>.