



INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE LA ELECTROGIMNASIA EN LA RECUPERACIÓN DE ATLETAS DE ÉLITE CON RUPTURA DEL TENDÓN DE AQUILES



Que Presentan

Jose Alejandro Castro Álvarez
Nathaly Alejandra Pinelo Stalling
Ana Isabela Ortiz Aldana

Ponentes

LFT. Jorge Luis Bustamante

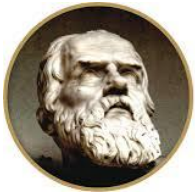
Director de Tesis

Mtra. Isabel Díaz Sabán

Asesor de Tesis

Ciudad de Guatemala, Guatemala

2022



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

**INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES**
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE LA ELECTROGIMNASIA EN LA RECUPERACIÓN DE ATLETAS DE ÉLITE CON RUPTURA DEL TENDÓN DE AQUILES



Tesis profesional para obtener el
Título de Licenciado en Fisioterapia

Que Presentan

Jose Alejandro Castro Álvarez
Nathaly Alejandra Pinelo Stalling
Ana Isabela Ortiz Aldana

Ponentes

LFT. Jorge Luis Bustamante

Director de Tesis

Mtra. Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponentes	Jose Alejandro Castro Álvarez, Nathaly Alejandra Pinelo Stalling y Ana Isabel Ortiz Aldana.
Director de Tesis	L.F.T Jorge Luis Bustamante Vázquez
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 24 de septiembre 2022

Estimados alumnos:

José Alejandro Castro Alvarez, Ana Isabel Ortiz Aldana y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling

Presente.

Respetables:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** 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 felicitarles y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz
Sabán
Secretario

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 24 de septiembre 2022

Estimados alumnos:

Nathaly Alejandra Pinelo Stalling, José Alejandro Castro Alvarez y Ana Isabel Ortiz Aldana

Presente.

Respetables:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** 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 felicitarles y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz
Sabán
Secretario

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 24 de septiembre 2022

Estimados alumnos:

Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Alvarez y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling

Presente.

Respetables:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** 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 felicitarles y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz
Sabán
Secretario

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2021

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** de los alumnos: **José Alejandro Castro Alvarez, Ana Isabel Ortiz Aldana y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling.**

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. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2021

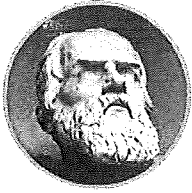
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** de los alumnos: **Nathaly Alejandra Pinelo Stalling, José Alejandro Castro Alvarez y Ana Isabel Ortiz Aldana.**

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. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2021

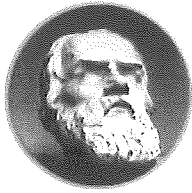
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** de los alumnos: **Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Alvarez y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling.**

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. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

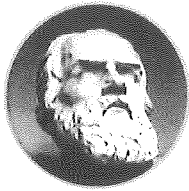
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que los alumnos **José Alejandro Castro Alvarez, Ana Isabel Ortiz Aldana y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

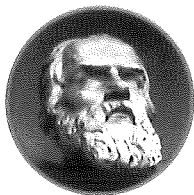
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que los alumnos **Nathaly Alejandra Pinelo Stalling, José Alejandro Castro Alvarez y Ana Isabel Ortiz Aldana** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que los alumnos **Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Alvarez y Nathaly Alejandra Pinelo Stalling** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



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

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

Nombre del Director: Licenciado Jorge Luis Bustamante Vázquez
Nombres de los Estudiantes: Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Álvarez, Nathaly Alejandra Pinelo Stalling
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas élite con ruptura del tendón de Aquiles
Fecha de realización: Primavera 2021

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



L.T.F. Jorge Luis Bustamante Vázquez
Nombre y Firma Del Director de Tesis

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

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

Nombre del Asesor: Maestra María Isabel Díaz Sabán
Nombres de los Estudiantes: Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Álvarez, Nathaly Alejandra Pinelo Stalling
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas élite con ruptura del tendón de Aquiles
Fecha de realización: Primavera 2021

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.

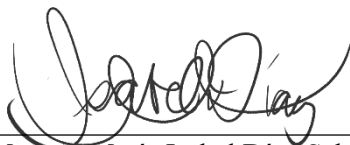
ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
I	Formato de Página			
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		
2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	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		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
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		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones

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



Maestra María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día [] del mes de [] del año []

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

Los C.C

Director de Tesina

Función

Lic. Jorge Luis Bustamante Vázquez



Asesor Metodológico

Función

Licda. María Isabel Díaz Sabán



Coordinador de Titulación

Función

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales

Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas élite con ruptura del tendón de Aquiles

Realizada por los Alumnos:

Nathaly Alejandra Pinelo Stalling, Ana Isabel Ortiz Aldana, José Alejandro Castro Álvarez

Para que puedan 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

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico a Dios por llevarme por el camino del bien. A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera. Al resto de mi familia y amigos por apoyarme en cada decisión que tomara, por su compañía, sus consejos y no dejarme solo en ningún momento por compartir mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar este trabajo a mi abuela por su apoyo sus consejos y el aliento que solía darme, todos ellos hicieron que este trabajo fuera posible de lograr. **José Alejandro Castro Álvarez**

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el que me guía en cada paso y me da la fortaleza cada día. A mis padres, por su apoyo incondicional y sacrificio, durante todo este proceso. A mis abuelos y resto de familia que siempre me daban palabras de aliento, consejos y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigos y compañeros, por apoyarme cuando más lo necesito y a todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que compartieron sus conocimientos.

Nathaly Alejandra Pinelo Stalling

El presente trabajo se lo dedico principalmente a mis padres, por su apoyo y sacrificio para permitirme seguir mis sueños. A Dios, ya que, sin su guía en mi camino, nada de esto podría ser posible. Al resto de mi familia y pareja, pues me han apoyado en cada paso que he dado a lo largo de estos años. Finalmente, quisiera dedicarlo a mis compañeros y amigos porque me han acompañado en todo este proceso y nunca me han dejado rendirme. **Ana**

Isabel Ortiz Aldana

Agradecimientos

Quiero dar gracias a dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera. A mis padres por brindarme su apoyo y su confianza. Gracias a mi familia y amigos por todo. Como también quiero agradecer al centro educativo por sus conocimientos que los llevare a lo largo de mi carrear profesional. **José Alejandro Castro Álvarez**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición diaria llena siempre mi vida y la de mi familia. A mis padres, Brenda y Sergio por ser los principales promotores de mis sueños, por siempre brindarme apoyo, así como la confianza y por creer en mí. Gracias a mi familia que han sabido darme su ejemplo de trabajo y esfuerzo. También quiero agradecer al centro educativo por transmitir todos los conocimientos y ayudarme a crecer tanto profesional como personalmente. **Nathaly Alejandra Pinelo Stalling**

Primeramente, quisiera agradecer a Dios por todas las bendiciones que me ha dado y por las oportunidades que me ha permitido vivir. A mis padres y hermanos por su apoyo en todo momento, por sus palabras de aliento cuando la situación no ha sido la esperada y por jamás dejarme desfallecer en lo que de verdad me apasiona. A mi hermano menor, por ser esa motivación y razón para cada día querer ser una mejor persona y demostrarme que la mejor manera de vivir es ayudando a quienes más lo necesitan. Finalmente, agradezco a mis licenciados y centro educativo por transmitirme todos los conocimientos que poseo y por abrirme puertas hacia el futuro y ayudarme a superarme como persona y como profesional. **Ana Isabel Ortiz Aldana**

Palabras clave

Ruptura del tendón de Aquiles

Aletas de élite

Electrogimnasia

Protocolo de rehabilitación

Tratamiento quirúrgico

Tratamiento conservador

ÍNDICE PROTOCOLARIO

Investigadores Responsables	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora.....	iii
Carta de aprobación del asesor	iv
Carta de aprobación del revisor	v
Lista de cotejo del director	vi
Lista de cotejo del asesor metodológico.....	viii
Hoja de dictamen de tesis	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos.....	xiii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	1
CAPÍTULO I	2
1.1 Antecedentes generales	2
1.1.1 Anatomía del tendón.....	3
1.1.1.1 Vainas tendinosas	3
1.1.1.2 Vainas fibrosas	4
1.1.1.3 Vainas sinoviales	4
1.1.1.4 Vainas Peritendinosas (Paratendón).....	5
1.1.1.5 Poleas de reflexión	5
1.1.1.6 Bursas del tendón	6
1.1.2 Fisiología del tendón	7
1.1.2.1 Células.....	8
1.1.3 Vascularización de los tendones	9
1.1.4 Tendinopatía.....	10
1.1.4.1 Tendinopatía reactiva	10
1.1.4.2 Deterioro del tendón / fallo de la reparación.....	10
1.1.4.3 Tendinopatía degenerativa.....	10
1.1.4.4 Síntomas	11
1.1.4.5 Examen Clínico	11
1.1.5 Tendón de Aquiles.....	13

1.1.6	Ruptura del tendón	14
1.1.7	Estudios del tendón.....	17
1.2	Antecedentes específicos	18
1.2.1	Historia de la electrogimnasia.....	18
1.2.2	Intervención usando electrogimnasia.....	19
1.2.3	Justificación científica de la electrogimnasia.....	21
1.2.4	Importancia de la electrogimnasia en la rehabilitación	22
1.2.5	Tratamiento y papel de la electrogimnasia en la intervención quirúrgica	24
1.2.6	Tratamiento conservador en la ruptura del tendón de Aquiles	27
1.2.7	Fases de la rehabilitación.....	28
1.2.8	Electrogimnasia en el patrón funcional.....	34
CAPÍTULO II.....		36
2.1	Planteamiento del problema	36
2.2	Justificación	40
2.3	Objetivos	43
2.3.1	Objetivo general	43
2.3.2	Objetivos particulares.....	43
CAPÍTULO III.....		44
Materiales y métodos		44
3.1	Materiales y métodos	44
3.1.1	Materiales.....	44
3.2	Métodos utilizados	45

3.2.1 Enfoque de la investigación.....	46
3.2.2 Tipo de estudio.....	47
3.2.3 Método de investigación.....	48
3.2.4 Diseño de investigación.....	48
3.2.5 Criterios de selección	49
3.3 Operacionalización de variables.....	50
CAPÍTULO IV.....	53
RESULTADOS.....	53
4.1 Resultados.....	53
4.2 Discusión.....	59
4.3 Conclusión	63
4.4 Perspectivas.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	5
Figura 2.	6
Figura 3.....	7
Figura 4	16
Figura 5	17
Figura 6	18
Figura 7.....	26
Figura 8.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases de la rehabilitación con sus respectivos objetivos a cumplir.....	29
Tabla 2. Tratamiento quirúrgico versus conservador en rotura aguda del tendón de Aquiles.....	31
Tabla 3 Fuentes.....	45
Tabla 4. Criterios de selección.....	49
Tabla 5. Variable dependiente.....	50
Tabla 6. Variable independiente.....	51
Tabla 7. Protocolo de rehabilitación.....	57

Resumen

La presente investigación plantea la patología de la ruptura del tendón de Aquiles y su rehabilitación con electrogimnasia. Es un tipo de lesión que se da, no solo en deportistas, sino también en personas que realizan actividades de la vida diaria debido a malos movimientos, tropiezos o, en el lado del deporte, por un mal calentamiento, cambios de ritmo abruptos o por una sobrecarga excesiva.

Para tratar esta patología existen diferentes métodos, como lo son el tratamiento quirúrgico y conservador. Sin embargo, el propósito de esta investigación es demostrar que el uso de la electrogimnasia en este tipo de patologías puede ser muy útil. Actualmente existe muy poca información sobre la rehabilitación del tendón utilizando electrogimnasia, pero hay artículos que hablan de cómo la electroestimulación puede ayudar a la reparación de dichas rupturas.

De acuerdo con la investigación realizada, la electroestimulación puede ayudar en gran medida a la rehabilitación, teniendo un mayor rendimiento deportivo, ganancia de fuerza muscular y aumento significativo de la funcionabilidad, tanto del músculo, como del mismo tendón a la hora de realizar cualquier tipo de actividad o deporte.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

La ruptura del tendón de Aquiles es una lesión muy frecuente y potencialmente incapacitante, la cual se presenta en gran medida en individuos adultos varones y jóvenes deportistas. El tendón está formado por los tendones distales combinados con músculos gemelo, sóleo y plantar delgado. Se compone por colágeno mayormente y elastina, suspendido en una matriz de proteoglicanos y agua. El colágeno tipo I corresponde aproximadamente a 70% de la masa seca del tendón y la elastina al 1 o 2%. A pesar de ser el tendón más fuerte en el cuerpo, es también el tendón que más se rompe en la extremidad inferior. Las técnicas de rehabilitación son movilizaciones pasivas y activas-asistidas en un primer momento, para pasar a movilizaciones activas y ejercicios de fortalecimiento. (Quinaluisa, 2020)

1.1 Antecedentes generales

El tendón funciona como un puente mecánico de conexión entre hueso y músculo. Este permite la transmisión de fuerzas de manera equitativa, así como la contracción del músculo para lograr el movimiento de manera correcta y controlada. Existen distintos tipos

de tendones dependiendo de la morfología del músculo y su función. El tendón tiene tres niveles de tejido conectivo; epimisio, perimisio y endomisio, los cuales se unen para formar un solo conjunto de tejido que se unirá a un hueso o varios huesos. El mismo tendón, pero cerca del tejido muscular, tiene también fibras contráctiles. El músculo afecta el tejido y función del tendón, así como el tendón afecta la funcionalidad del músculo, y es un error no considerar eso a la hora de rehabilitar u intervenir en el tendón. El tejido de los tendones puede adaptar su estructura celular ante estímulos fisiológicos o patológicos, esto dependiendo del ambiente o técnica utilizado en el mismo.

1.1.1 Anatomía del tendón. El tendón es una estructura muy importante para la mecánica y funcionamiento del cuerpo humano. Este transmite la fuerza producida por las contracciones musculares a los huesos y articulaciones del cuerpo, permitiendo el movimiento y el mantenimiento de posturas. Los tendones son estructuras gruesas y firmes, incluso más que los músculos. Estos soportan grandes cargas que los pueden deformar, sin llevarlos fácilmente al punto de ruptura. Por ejemplo, los tendones de los flexores comunes de los dedos pueden soportar más de 8 veces el peso corporal y almacenan un aproximado del 40% de este peso para permitir suficiente elasticidad durante la marcha. (Cid Caballero, 2017)

1.1.1.1 Vainas tendinosas. Los tendones tienen unas estructuras destinadas a facilitar el deslizamiento de estos con el tejido de las estructuras anatómicas que los rodean. Su objetivo es prevenir que el tendón pierda su trayecto durante la contracción muscular. Estas se encuentran mayormente en los tendones de las manos y los pies, ya que es donde se encuentran los tendones con mayores recorridos rectilíneos y curvos. (Cid Caballero, 2017)

1.1.1.2 *Vainas fibrosas.* Las vainas fibrosas, también conocidas como retináculos, representan los canales de deslizamiento de los tendones, en especial aquellos con largos recorridos. Estos deslizamientos con los tejidos circundantes pueden estar seriamente comprometidos por la fricción que se genera con ciertos huesos. En estas áreas donde los riesgos de fricción son mayores es donde existen túneles que permiten el paso de tendones cubiertos por vainas sinoviales. Particularmente en las incisiones óseas existe un recubrimiento de fibrocartílago, donde el tejido fibroso pasa sobre un puente, formando así las áreas conocidas como retináculos. Estos retináculos se encuentran normalmente en las extremidades, como, por ejemplo, el retináculo de los tendones flexores y extensores de la mano y el pie a nivel de muñeca y empeine. (Rosero & Moreno, 2016)

1.1.1.3 *Vainas sinoviales.* Las vainas sinoviales permiten el correcto deslizamiento de los tendones dentro de las vainas fibrosas. Estas consisten en 2 delgadas capas; una parietal que cubre las paredes de las vainas fibrosas y una visceral que cubre la superficie del tendón. Estas capas se extienden a lo largo del conducto entero. El área que se encuentra en medio de ambas capas contiene una especie de líquido que tiene una composición muy parecida a la del líquido sinovial encontrado en las articulaciones. Su función principal es la de la lubricación. Cabe resaltar que no todos los tendones poseen vainas sinoviales, ya que estas se encuentran únicamente en áreas donde hay cambios repentinos en las direcciones de los tendones, cosa que puede generar excesiva fricción con los tejidos circundantes, necesitando así de una mayor lubricación. (Rosero & Moreno, 2016)

1.1.1.4 Vainas Peri tendinosas (Paratendón). Las vainas peri tendinosas tienen una función que puede confundirse con aquella de las vainas sinoviales. Sin embargo, las vainas peri tendinosas poseen una estructura histológica distinta a las sinoviales. El paratendón está compuesto de fibras de colágeno tipo I y tipo III, así como de delgadas fibras elásticas. Esto ayuda a reducir la fricción y funcionan como estructuras elásticas que permiten el libre movimiento del tendón con respecto a las estructuras que lo rodean. (Cid Caballero, 2017)

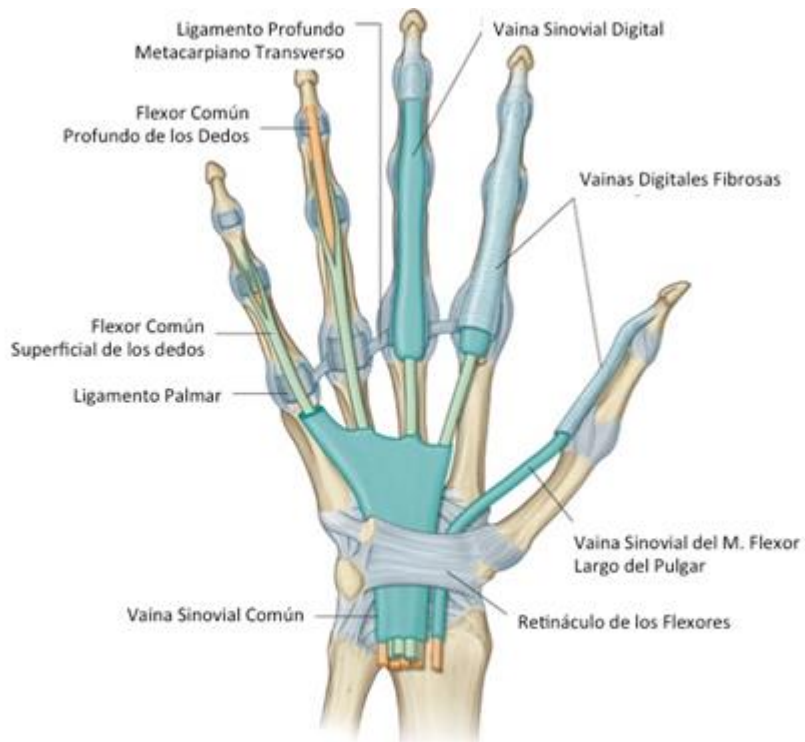


Figura 1. Vainas tendinosas. (Sáenz, 20180)

1.1.1.5 Poleas de reflexión. Las poleas son engrosamientos de tejido fibrilar denso que se encuentran a lo largo del recorrido de las vainas fibrosas. Estas contienen tendones, permitiendo un correcto deslizamiento, especialmente en aquellas áreas donde hay curvaturas en el recorrido del tendón. (Morro Martí et al., 2015)

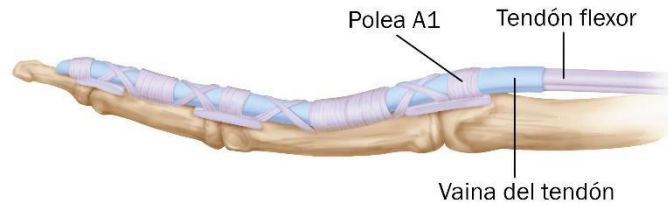


Figura 2. Poleas de reflexión de los tendones. (Leversedge & Rhode, 2019)

1.1.1.6 Bursas del tendón. Las bursas en el tendón, así como en las articulaciones, ayudan a mantener en lo más mínimo la fricción generada entre el tendón y las estructuras óseas que lo rodean. Estas son vesículas serosas que se encuentran en áreas donde existe la posibilidad de que prominencias óseas comprimen y desgastan los tendones. Ejemplos de estas son las bursas subacromial, infrapatelar y retrocalcánea.

Inferior al paratendón se encuentra el tendón rodeado por una delgada vaina de tejido conectivo denso llamada epitendón. Dentro de este las fibras de colágeno se encuentran orientadas de distintas maneras, de manera transversal, longitudinal y oblicua. Ocasionalmente, las fibras del epitendón se pueden encontrar fusionadas con las fibras superficiales del tendón, ya que, en su capa externa, el epitendón se encuentra continuo al peritendón o paratendón, y en su cara interna con el endotendón. El endotendón es una capa delgada de tejido conjuntivo que cubre las fibras del tendón individualmente, y las agrupa en unidades de mayor magnitud. Estas unidades se visualizan como haces de fibras en distintos órdenes. La función del endotendón es de individualizar las fibras

del tendón, permitiendo así el ingreso y correcta distribución de capilares vasculonerviosos a estructuras internas del tendón.

El área donde el músculo se une con el tendón se denomina unión músculo tendinosa, mientras que el área donde el tendón se inserta en el hueso se conoce como unión osteotendinosa. (Rosero & Moreno, 2016)

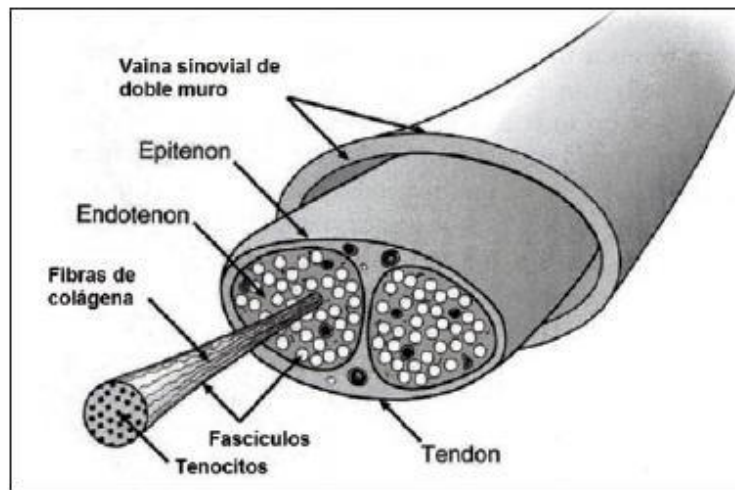


Figura 3. Estructura histológica del tendón. (pacheco,2017)

1.1.2 Fisiología del tendón. Los tendones están compuestos por tejido conectivo especializado, de poca elasticidad y con gran fuerza tensil debido a las fibras de colágeno y la elastina en la matriz extracelular. Estos interactúan con el agua para formar una sustancia gelatinosa que mantiene unidas las fibrillas y la colágena. Estas son producidas por los dos tipos de células fibroblásticas encontradas en el tendón, y organizadas en una estructura jerárquica. Las moléculas de tropocolágeno forman enlaces cruzados para crear moléculas de colágeno insolubles, que luego se agrupan en microfibrillas, para luego ser unidades visibles, conocidas como fibrillas de colágena.

La elastina es una sustancia elástica que forma una capa de tejido conectivo alrededor del paratendón, lo que facilita el deslizamiento sobre las estructuras que lo rodean en lugares donde puede existir una mayor fricción.

La matriz extracelular facilita el metabolismo de los tejidos, proporciona apoyo, amortiguación y flexibilidad, así como disminuir la fricción, y atrae y retiene agua. El porcentaje de unión de la proteína al agua que se encuentra en la matriz extracelular afecta el nivel de hidratación del tejido tendinoso. (Quinaluisa et al., 2020)

1.1.2.1 Células. Existen dos tipos de células fibroblásticas que coexisten en el tejido del tendón; los tenocitos y tenoblastos.

Los tenocitos tienen una forma elongada, mientras que los tenoblastos tienen una forma ovoide. En la fase de recuperación del tendón los tenoblastos se ven más involucrados en la reparación de tejido y depósito de fibras de colágeno. Sin embargo, en la última etapa de la recuperación, los tenoblastos se convierten en tenocitos.

Los tenoblastos representan aproximadamente un 90% al 95% de los fibroblastos del tendón. En las áreas de compresión de los tendones se pueden observar células endoteliales, así como condrocitos.

Estos fibroblastos especializados se encargan de producir la matriz extracelular, colágeno, proteoglicanos y otras proteínas. El colágeno es uno de los principales componentes, representando un aproximado del 65% al 80%. El tipo de colágeno con mayor prevalencia en los tendones es el colágeno tipo I, seguido de una menor proporción de colágeno tipo III. Este último se encuentra

principalmente en el epitendón y en el endotendón. Sin embargo, también se puede identificar una pequeña cantidad de colágeno tipo II en las áreas fibrocartilaginosas de las uniones osteotendinosas. Por otro lado, los proteoglicanos, elastina y glicoproteínas constituyen un 4%, 4% y 2%, respectivamente, de la matriz.

En el tendón, las fibras de colágeno están constituidas por fibrillas organizadas en paralelo unas con otras, unidas en fibras, siempre en paralelo unas con otras con respecto al axis del tendón. Los haces de fibras de colágeno se observan en un patrón ondulado, con constantes cambios de dirección, conocidos en la literatura como rizos. Dentro del mismo tendón, los rizos pueden diferir en tamaño, geometría, incluso aparecer como triángulos isósceles o escalenos variando en tamaño. Un solo rizo parece estar constituido de segmentos de fibras rectilíneas unidos estrechamente por nodos o bisagras, dependiendo de la dirección que tome cada tendón. (Mitjavila, 2020)

1.1.3 Vascularización de los tendones. El aporte sanguíneo de los tendones puede provenir de distintas maneras, dependiendo de la localización anatómica.

Las vainas musculo tendinosas la reciben por medio de vasos segmentarios que las penetran y una vez llegan al tendón, se distribuyen en ramas distales y proximales. Estas ramas recorren a lo largo del paratendón y epitendón vascularizando todo el recorrido de este. Esta organización de vasos sanguíneos se ve claramente en los tendones del antebrazo y en la parte proximal de la mano. (Morro Martí et al., 2015)

Morro Martí et al, 2015 describen que las porciones tendinosas reciben su aporte sanguíneo de la siguiente manera:

- Si son extrasinoviales los vasos llegan a través de los mesotendones, formando arcos, generando una vascularización segmentaria.
- Si son intrasinoviales dependerá de pequeños vasos que ingresan al mesotendón y que se comunican a pequeños vasos intratendinosos.

1.1.4 Tendinopatía. La tendinopatía de Aquiles no insercional es causa de una mala vascularización, la parte del tendón que se degenera y el sobre uso micro traumático que realiza el deportista crea una inflamación sobre las microrroturas de las fibras del colágeno. Las tendinopatías pasan por 3 fases en las que el tendón sufre cambios histológicos según su afectación. Estas fases son:

- 1.1.4.1 ***Tendinopatía reactiva:*** se trata de una respuesta proliferativa no inflamatoria, en la que ocurre un engrosamiento a corto plazo del tendón con el objetivo de reducir el estrés generado por una sobrecarga, el tendón vuelve a la normalidad cuando se reduce la carga o se le da suficiente tiempo de adaptación entre cargas.
- 1.1.4.2 ***Deterioro del tendón / fallo de la reparación:*** similar a fase anterior, aunque hay un mayor daño en la matriz extracelular, como también puede aparecer una neovascularización.
- 1.1.4.3 ***Tendinopatía degenerativa:*** en esta fase hay mayor daño en la matriz extracelular, desordenada y neovascularizada, incluso algunas áreas pueden mostrar muerte celular. El cuerpo del tendón se ve heterogéneo.

El tendón presenta un aspecto engrosado, con una zona dolorosa localizada entre 2 y 7 cm de su inserción calcánea. A la palpación se presenta indurado y, en algunos casos, especialmente agudos, presenta crepitación por afectación de la vaina, por lo que indicaría la presencia de una tenosinovitis. (López, 2018).

1.1.4.4 Síntomas. Los síntomas que acompañan a la tendinopatía aquilea son: inflamación, dolor, induración y, en ocasiones, presencia de nódulos y crepitación. Los síntomas aparecen de forma secuencial, pudiendo estar presente el complejo sintomático de manera parcial o completa en función del estadio evolutivo en el momento de ser valorada la lesión. Los pacientes refieren dolor en el tendón de Aquiles durante o al final de la actividad deportiva, algunos refieren dolor en actividades de la vida diaria como caminar. La limitación del movimiento en el tobillo y debilidad en el tríceps sural son hallazgos también frecuentes. (López, 2018).

1.1.4.5 Examen Clínico. El dolor es el síntoma cardinal de la tendinopatía del Aquiles y la causa de que el paciente solicite ayuda. López en el 2018 describe que el examen se desarrolla de la siguiente manera:

1. Observación: decúbito prono, lateral, bipedestación, durante la marcha.
2. Movimientos activos: flexión dorsal y plantar.
3. Movimientos pasivos: flexión dorsal y plantar, movilidad subastragalina, estado de tríceps sural.

4. Palpación: unión miotendinosa, cuerpo del tendón, bursa y zona retrocalcánea, zonas de crepitación, nódulos o defectos y eritema y área de calor.

5. Valoración funcional: puntillas.

El calzado inadecuado es una de las causas involucradas como lo pueden ser los zapatos rígidos que no se doblan a nivel de la articulación metatarso falángica o que puede producir una presión directa sobre el tendón como sucede con los zapatos con contrafuerte si están muy apretados. La consideración de la suela y el calzado con ajuste deficiente también causan movimientos irregulares del talón favoreciendo de este modo la probabilidad de una lesión. Es importante mencionar también el terreno donde se realiza la actividad deportiva o entrenamiento. Se deben considerar características como la dureza, adherencia, inclinación o irregularidad del suelo. (Montalván, 2017).

- Factores intrínsecos: todos aquellos que se relacionan con la integridad de la persona como la edad, sexo, peso, talla, vascularización, biomecánica del tobillo, enfermedades sistémicas, y otros factores más específicos como el desbalance muscular del gastrocnemio y el sóleo, lo que produce una concentración de cargas anormal dentro del tendón, generando así fricción entre las fibrillas.
- Factores extrínsecos: el uso de medicamentos, la actividad física o errores en los entrenamientos de carga, equipación inadecuada y características del terreno.

1.1.5 Tendón de Aquiles. El tendón es una estructura anatómica interpuesta entre músculo y huesos que transmite la tensión general. Sus elementos básicos son haces de colágeno, células y sustancias fundamentales. El colágeno proporciona fuerza tensil al tendón, mientras que la sustancia fundamental proporciona soporte estructural para las fibras de colágeno maduro. (Gómez, 2020)

El tendón de Aquiles es el más fuerte y grueso del cuerpo humano, se origina en la confluencia de los músculos sóleo y gastrocnemio que son sus dos vientres, toda la unidad se conoce como tríceps sural. Estos vientres forman el tendón a unos seis centímetros proximales de su inserción en la tuberosidad posterior del hueso calcáneo. En su trayectoria, esta estructura gira alrededor de 180 grados y las fibras del sóleo forman la porción medial y las fibras del gastrocnemio lateral forma la porción distal del tendón. Esta rotación proporciona una mayor fuerza tendinosa y resistencia al disminuir la fricción entre las fibras y sus distorsiones, lo que puede comprometer la vascularización local.

El área de los seis centímetros proximales a la inserción se denomina región de no inserción ya que tiene baja vascularización debido a su distancia de las porciones miotendinosa y ósea, lo que explica un soporte nutricional adicional. Esta característica anatómica predispone a esta región a enfermedades degenerativas y rupturas.

Distalmente, el tendón tiene una anatomía particular que también favorece las tendinopatías. La región de inserción se refiere a los dos centímetros distales del tendón hasta su inserción en el calcáneo. En esta ubicación, el tendón de Aquiles tiene una bursa anterior adyacente “retrocalcánea” y una bursa posterior adyacente

“pre-aquiliana o subcutánea”. Su inserción en la tuberosidad es especializada, se extiende como un abanico, con fibras que se extienden a los planos lateral, medial y distal. (Barbachan, 2019).

1.1.6 Ruptura del tendón. El tendón de Aquiles es una de las estructuras tendinosas más largas y potentes en el cuerpo humano, a pesar de su fortaleza, es uno de los tendones que se lesiona con más frecuencia, con una incidencia anual de 18 casos por cada 100 mil personas. Las rupturas del tendón de Aquiles frecuentemente se dan en tendones que anteriormente ya sufrieron una lesión y podría ser un proceso degenerativo. El tendón de Aquiles sin ninguna lesión puede resistir una tracción de 7000 N. Debido a su estructura y sus exigencias funcionales, el tendón de Aquiles previamente lesionado es extremadamente susceptible de sufrir lesiones, por estar sujeto biomecánicamente a grandes tensiones que varían entre los 2000 y 7000 N. Esto equivale a soportar 10 veces el peso corporal, tensión que se incrementa con la actividad intensa (Dalmau Coll et al, 2017).

Las rupturas tienen una mayor incidencia en el tercio medio-distal del tendón, ya que es la zona menos vascularizada, representando aproximadamente un 80%-85%, y por ende la de peor pronóstico, 9% se dan en la unión músculo-tendinosa y 6% son desinserciones distales. Además, es común en los pacientes entre las edades de 30-40 años porque se ha demostrado que el flujo sanguíneo depende de la edad y en este rango de edad se ve disminuido (Catalán, 2017).

Se describe en el trabajo de Catalán que existen estudios histopatológicos de las rupturas agudas del tendón de Aquiles en los que la mayoría de dichas lesiones los pacientes presentan cambios en la degeneración mucoide e hipóxica, una

vascularización significativamente disminuida, necrosis celular y tisular, calcificaciones, lipomatosis, así como también fibras de colágeno degeneradas en la ruptura y sus alrededores.

Una ruptura del tendón de Aquiles provoca un déficit significativo a largo plazo de la disminución de la fuerza muscular. Los pacientes sufren déficits funcionales después de 2 años, y solo aproximadamente el 60% puede regresar a su nivel de deportes anterior a la lesión (Grande del Arco et al, 2018).

Según Mansur et al, 2021, en una ruptura del tendón de Aquiles los pacientes tienen características clínicas muy comunes. Mansur indica que son:

1. Debilidad en la flexión plantar de la articulación de tobillo
2. Espacio palpable de 4 a 6 cm proximal al calcáneo
3. Prueba de Thompson positiva; el procedimiento de esta prueba es la compresión de los gastrocnemios, con el paciente decúbito prono con el pie por fuera de la camilla
4. En los tejidos blandos los edemas y hematomas

La ruptura del tendón de Aquiles es una lesión que consiste en la pérdida de continuidad de la estructura. Esta se debe comúnmente a una causa traumática y ocurre en la mayoría de los casos luego de una actividad física muy vigorosa. Los deportistas, como corredores de largas distancias, jugadores de deportes colectivos y cualquier otro deporte que incluya saltos de gran altura y esfuerzo, presentan lesiones inflamatorias del tendón con una frecuencia del 6,5% y el 15%, llevando así en ocasiones a una inesperada ruptura.

Las rupturas del tendón de Aquiles representan aproximadamente un 8% de las lesiones deportivas. Constituyen la tercera ruptura más común después de la del manguito rotador y las rupturas tendinosas del cuádriceps.

Los tendones tienen la característica que pueden recuperar su longitud original o inicial después de una fuerza externa. Todos los tejidos tienen un límite elástico que, al ser sometidos a cargas excesivas, llegan al límite plástico. A diferencia de otros tejidos, los tendones una vez llegan al margen plástico se deforman permanentemente y ya no pueden volver a su longitud original, entonces al alcanzar el límite plástico, los tendones son más expuestos a una ruptura (Romero-Barajas, 2014).



Figura 4. Demostración de la zona defecto por la ruptura del tendón de Aquiles. (Lozano et al, 2015)



Figura 5. Ruptura del tendón defecto y degeneración tendinosa distal. (Lozano et al, 2015)

1.1.7 Estudios del tendón. En un boletín 14/14 publicado por el INEGI el 23 de enero de 2014 se muestra que en áreas urbanas en México la población en general lleva a cabo actividad física en 43.8% y existe una tendencia hacia el incremento de esta. El pico de incidencia de la ruptura del tendón de Aquiles se presenta principalmente entre la cuarta y quinta décadas de la vida y la ruptura se presenta casi siempre de forma unilateral, con predominio izquierdo. También, el 70% de las rupturas del tendón de Aquiles se observan en atletas amateurs en las que se involucra la aceleración y la desaceleración (Camarena, 2014).

El estudio más utilizado para un correcto y acertado diagnóstico para la ruptura del tendón de Aquiles crónico e incluso las lesiones más complejas, es el ultrasonido, ya que este cuenta con una sensibilidad y especificidad del 96% al 100%, y de 83% al 100% para la ruptura del tendón de Aquiles. Además, se puede utilizar para el seguimiento de los cambios postoperatorios, detectando procesos inflamatorios, el proceso de cicatrización y los avances con el tratamiento. El tendón de Aquiles normal tiene un espesor aproximado de 6.3 mm y es una red de fibras paralelas de ecogenicidad homogénea, a diferencia del tendón de Aquiles

roto, se pueden ver cambios en las zonas insercionales o no insercionales. Se observa un engrosamiento e interrupción total en las fibras del tendón, agregando retracción en los extremos (Romero-Barajas, 2014).

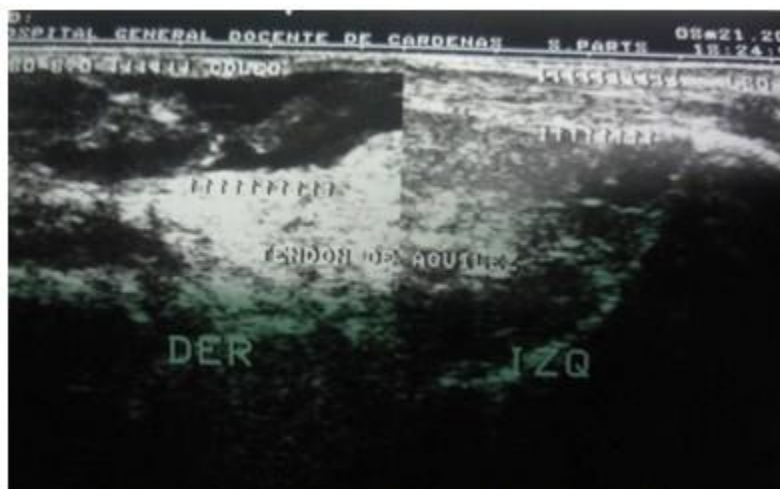


Figura 6. Imagen de ultrasonido que muestra la pérdida de continuidad del tendón en las partes blandas. (Lozano et al, 2015)

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Historia de la electrogimnasia. El Dr. Yakov Kotz, médico ruso, en una conferencia de 1977, dio a conocer el descubrimiento de una onda eléctrica muy particular con el cual realizó experimentos y como resultado, obtuvo el incremento de fuerza muscular en atletas rusos de hasta un 40%. Los tratamientos originales fueron considerados con frecuencias bajas y altas, con el objetivo de encontrar una zona en particular del espectro electromagnético para ser usada con fines óptimos. En tanto también se dieron con base a experimentos con humanos en diferentes días

y modos de electroestimulación muscular, en la mayoría de los casos de las extremidades como brazo y piernas.

Sin embargo, el Dr. Kotz no profundizó en una modulación particular para acelerar resultados, pero sí de mantener sin deformidad de onda con amplitud y frecuencia constante. Con el tiempo los parámetros se fueron identificando y estandarizado, cada vez se consideraron otras formas de onda para la terapia física, al grado de diseñar equipos más complejos y corrientes de electrogimnasia completamente moduladas para cada terapia.

Los equipos que generan ondas eléctricas se diseñan para lograr una estimulación de los nervios motores con la mayor penetración o profundidad posible y con la menor sensación dolorosa para el paciente. Clemente en el 2020 explica que las ondas rusas “electrogimnasia” pueden producir tensiones de los músculos mayores que las voluntarias, estas se utilizaron para lograr:

- Contracción de músculos denervados parcialmente
- Reducción de edemas Reducción de dolor
- Aumento de la circulación
- Aumento de la velocidad de contracción
- Aumento del volumen muscular.

1.2.2 Intervención usando electrogimnasia. La electrogimnasia es una técnica muy utilizada en el ámbito del fitness y la estética como sobre todo en el deporte de alto nivel. Se ha demostrado que la electroestimulación hace trabajar muchas más fibras

de un mismo músculo que en ejercicio convencional, no actúa sobre tendones y articulaciones. El deportista realiza un entrenamiento normal y al mismo tiempo lo combina con la electroestimulación para lograr mejores resultados.

La preparación física especial del deportista es el proceso de desarrollo de las capacidades condicionales y coordinativas, como son: fuerza, rigidez, resistencia, agilidad, flexibilidad, coordinación y equilibrio que corresponden a las necesidades específicas en los deportes. (Bastidas, 2017).

Se ha realizado un estudio experimental, aleatorio y prospectivo, evaluando antes y después de la intervención con técnicas de electrogimnasia:

- Peso y talla: se obtuvieron a través de una pesa digital y estadiómetro.
- Perímetro del muslo medial bilateral: se obtuvo a través de una cinta métrica metálica graduada en mm. La medida se toma en el nivel medio entre el trocánter mayor y el platillo tibial.
- Pliegue del muslo frontal bilateral: se obtuvo a través de un calibre para medición de pliegues cutáneos, graduados en mm, siguiendo un protocolo previamente descrito. Para la obtención de estas medidas el sujeto se encuentra en posición bípeda con la rodilla flexionada a 90° y el pie en reposo sobre un cajón. El pliegue se le puede pedir al sujeto que ayude levantando el muslo desde la posterior con sus manos para liberar la tensión del pie.
- Fuerza máxima del cuádriceps femoral: antes de realizar la evaluación, los sujetos fueron sometidos a un calentamiento previo, que consistió en 10

minutos sobre un cicloergómetro, en modalidad manual, con exigencia de 50 rpm. Posteriormente se realizaron 2 repeticiones de elongaciones de 15 segundos para grupos musculares de extremidades inferiores.

La intervención fue realizada con una frecuencia de tres veces por semana, con una duración de ocho semanas y el tiempo de electroestimulación fue de 15 minutos, los parámetros utilizados en la electroestimulación para cada grupo se mantuvieron constantes durante las 8 semanas, a excepción de la intensidad que varía según la percepción del paciente. Después de 8 semanas de fortalecimiento muscular por medio de electroestimulación, se aprecia un aumento significativo de la fuerza máxima.

Los 18 sujetos fueron distribuidos al azar en 2 grupos: grupo de entrenamiento con electroestimulación muscular mediante Corriente TENS Modificado y corrientes rusas. (Campos, 2015).

1.2.3 Justificación científica de la electrogimnasia. La técnica de electroestimulación se ha utilizado desde hace varias décadas en la medicina, sus usos se extienden desde fines estéticos hasta terapéuticos. En el ámbito de la rehabilitación esta técnica ayuda al fortalecimiento muscular; facilita la contracción muscular voluntaria insuficiente, reeducación muscular, prevención y el tratamiento de la atrofia, debido a las cirugías o inmovilización como también el mantenimiento del rango de movimiento y manejo de la espasticidad “trastorno motor del sistema nervioso en el que algunos músculos se mantienen permanentemente contraídos”.

La electroestimulación muscular es una técnica que consiste en la aplicación de impulsos electro en un nervio eferente motor, provocando una contracción muscular. Con propósitos terapéuticos, de rehabilitación, estéticos, entrenamiento y rendimiento físico. La condición física del atleta es muy importante para prevenir lesiones en tejidos blandos como para tener un buen rendimiento durante una competición, la fuerza muscular es base principal de para cada atleta, con el tratamiento aplicado de electroestimulación neuromuscular, estimulando principalmente las fibras musculares lentas, combinado con ejercicio voluntario.

Es el sistema regulador de todas las funciones del organismo, su unidad funcional es la neurona, con la propiedad principal de excitabilidad, capacidad de responder a cualquier modificación del ambiente mediante un impulso eléctrico, denominado estímulo. Están conectados mediante sinapsis donde una sustancia química llamada acetilcolina transmite los impulsos, el sistema nervioso se divide en central y periférico. (López,2017)

1.2.4 Importancia de la electrogimnasia en la rehabilitación. La estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) utilizada correctamente es muy efectiva para la recuperación muscular funcional en atletas que sufrieron lesiones musculoesqueléticas o neuromusculares. Después de un proceso de reconstrucción, los síntomas más comunes son el dolor y una atrofia muscular en las fibras tipo I, lo que provoca una gran debilidad y pérdida de la fuerza muscular. Nussbaum et al, nos indica que, en la reparación del ligamento cruzado anterior, la fuerza muscular se ve más afectada en el cuádriceps disminuyendo su fuerza de un 60% al 80%. También dice que la EENM se utiliza en esta lesión para el aumento de la

contracción muscular eléctricamente, y así aumentar la contracción voluntaria, mejorar la fuerza muscular del cuádriceps, fortaleciendo y mejorando su biomecánica en las semanas 6 y 8 luego de la reconstrucción. Después de una operación siempre hay un tiempo de inmovilización que provoca una atrofia muscular, está demostrado que la colocación de EENM reduce la atrofia y ha disminuido el tiempo de inmovilización mejorar la fuerza del músculo (*Nussbaum et al, 2017*).

La efectividad de las contracciones eléctricas en los músculos afectados atrofiados por una cirugía o con debilidad ha sido eficaz no solo en los atletas, sino también en niños, adultos jóvenes y mayores. Estudios han demostrado que la EENM ayuda para el aumento de la fuerza muscular porque ayuda a la síntesis de proteínas musculares, también ayuda a la estimulación de las fibras musculares rápidas tipo II. Se ha visto en estudios que la contracción más efectiva para la ganancia de fuerza es la voluntaria, en este caso la contracción eléctrica es involuntaria, pero esto no quiere decir que no sea efectiva, por lo tanto, la combinación de la contracción involuntaria con electricidad con la contracción voluntaria puede dar mejores resultados para la recuperación y el aumento de fuerza muscular, después de una cirugía. Langeard, indica que la diferencia entre la eficacia de la contracción voluntaria con la involuntaria en adultos mayores no aplica de la misma manera como en los atletas, en adultos mayores se puede utilizar solo la contracción eléctrica, ya que no todos pueden realizar ejercicios de rehabilitación (*Langeard, 2017*).

Actualmente debido al COVID-19 los pacientes que pasan por la unidad de cuidados intensivos y que requieren de una ventilación mecánica, tiene grandes secuelas en la debilidad muscular. En el estudio de Minetto, en los pacientes mayores de 18 años que ya llevan dos días después de haber pasado en cuidados intensivos, estables y que no presenten ninguna contraindicación o precaución para la EENM como embarazo y trombosis, se le aplicó EENM por tres semanas, dos electrodos en el cuádriceps y dos en los gastrocnemios. La primera semana fue 5 días a la semana por 30 minutos, la segunda y tercera semana 5 días por 45 minutos, en total 15 sesiones. El protocolo establece una estimulación bifásica simétrica, rectangular, con una frecuencia de 30 Hz, tiempo de encendido de 5 segundos y apagado de 15 segundos. Después de esta aplicación los pacientes tuvieron un resultado positivo en la recuperación de la contracción muscular y el aumento de fuerza muscular, además de ser un método no invasivo, de fácil acceso y tolerable para los pacientes (*Minetto et al, 2021*).

1.2.5 Tratamiento y papel de la electrogimnasia en la intervención quirúrgica. El tratamiento quirúrgico para la ruptura aguda del tendón de Aquiles puede reducir el riesgo de re-ruptura. Las nuevas técnicas quirúrgicas como la cirugía mínimamente invasiva podrían reducir la tasa de complicación que tiene que ver con las infecciones y el tiempo post-operatorio. Las opciones de tratamiento incluyen el manejo conservador o quirúrgico, de ser el tratamiento no quirúrgico el paciente es tratado con un molde de yeso o con una férula con el pie situado en flexión plantar, con o sin fisioterapia temprana, mientras que la opción quirúrgica incluye la

reparación abierta, la técnica mínimamente invasiva y la reparación percutánea del tendón puede reducir eficazmente el riesgo de rotura recurrente. (López,2016).

Entre los tipos de reparaciones quirúrgicas está la abertura tradicional y las mínimamente invasivas. Fonseca et al, indica que la abertura tradicional “consiste en una incisión longitudinal posteromedial de 5 a 8 cm centrada en el espacio de ruptura, con disección del paratendón, evacuación del hematoma, desbridamiento del muñón del tendón y técnica de Krackow para sutura directa y superposición del muñón” esta técnica es una de las mejores ya que es fuerte para los movimientos y los resultados son positivos, pero se han visto casos en los que se sufre una separación quirúrgica postoperatoria tanto superficial como profunda, provocando un mayor tiempo de hospitalización. Por otro lado, las técnicas mini-abiertas actualmente están siendo más utilizadas porque requieren menos tiempo de hospitalización, disminuyen las complicaciones postquirúrgicas y el daño a los tejidos blandos es menor, además de brindar una reparación fuerte y sólida. La técnica de reparación percutánea de Aquiles (PARS; Arthrex Inc., Nápoles, FL, EE. UU.) “Es una moderna técnica mini-abierta que utiliza una incisión cutánea transversal de 2 cm en combinación con la introducción de un aparato metálico ligeramente curvado dentro del paratendón para pasar suturas de bloqueo”. Está comprobado que esta técnica tiene poca o casi nada de incidencia en la separación quirúrgica postoperatoria, también tiene el beneficio que se requiere un menor tiempo de recuperación.

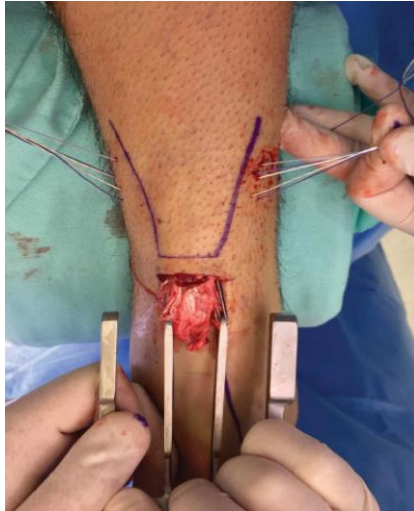


Figura 7. Técnica mini-abierta, horquillas en los muñones proximales del paratendón, las suturas van por el dispositivo (Fonseca et al, 2020).

La electroestimulación es un método de fortalecimiento que puede aportar ejercicios selectivos de tensión directa sobre el tendón ayudando a estimular el metabolismo tendinoso. Se piensa que la mayor efectividad de un ejercicio puede deberse a la capacidad del mismo para mejorar el aislamiento del aparato extensor, sometiendo a una tensión más localizada sobre el tendón, se puede conseguir con ejercicios excéntricos e isométricos específicos o con la electroestimulación isométrica en estiramiento. La técnica ha mostrado sus beneficios en adaptaciones fisiológicas actuando sobre el metabolismo muscular y aunque no se ha relacionado directamente a la electroestimulación con el metabolismo tendinoso, se ha comprobado que los tendones responden al estrés progresivo y controlando el incremento de su fuerza en tensión, facilitando el aumento de colágeno y participando de esta forma en la remodelación. (García,2017).

La frecuencia es el número de veces que se repite el impulso en un segundo y se mide en hercios “Hz”, cuanto mayor es la frecuencia, hablando siempre de baja frecuencia comprendida entre 0 y 200 Hz, mayor será la fuerza generada, aunque según estudios recientes con una frecuencia de 80hz se generaría menor fuerza que con 40hz. Se debe tener en cuenta el tiempo de contracción de 10 segundos lo que favorece la fatiga y estas también aumenta con la frecuencia, lo que indica que con frecuencia alta los tiempos de contracción deben ser cortos, este estudio se realizó en rodilla de un saltador. (García,2017).

1.2.6 Tratamiento conservador en la ruptura del tendón de Aquiles. El tratamiento conservador de una ruptura del tendón de Aquiles consiste en la inmovilización utilizando yeso de 7 a 10 semanas, dependiendo de la gravedad de la ruptura. Algunos estudios mencionan los cambios de posiciones del pie cada cierto tiempo para garantizar una buena recuperación. Las posiciones que se adoptan varían de equino, semiequino a neutro. Posterior a esto se debe realizar un tratamiento con objetivos específicos, como lo son: aumentar el rango de movilidad en las primeras fases, inicio de cargas de peso, potenciación y propiocepción en la segunda fase, y en una tercera fase el reentrenamiento progresivo del atleta. (Caballero, 2017)

“Maffulli, N. (1999) refiere que a lo largo del tiempo son variados los protocolos que se han venido usando en el tratamiento conservador de las rupturas del tendón calcáneo.” (p. 356, Erazo, et al., 2020). Entre los métodos más utilizados según estos autores, se realiza la inmovilización con yeso en un lapso de 4 semanas, seguido por un botín de yeso en equino por 4 semanas, terminando con un botín de yeso en neutro durante 4 semanas más. Actualmente se está intentando disminuir los

tiempos de inmovilización, en especial cuando se trata de atletas, ya que se busca una recuperación rápida y eficaz, asegurando una reincorporación lo antes posible y sin reincidencias.

En este mismo estudio Erazo et al, 2020 comentan los principales riesgos e inconvenientes que se pueden presentar tras un tratamiento conservador:

- El riesgo de re-ruptura, el cual se mantiene entre el 8% al 30%
- El riesgo de elongación del tendón
- Hipotrofia y disminución de la fuerza del tríceps
- Retardo en la recuperación completa del paciente

1.2.7 Fases de la rehabilitación. En las primeras fases de la recuperación tras una cirugía de reconstrucción del tendón de Aquiles el paciente debe llevar una inmovilización con ortesis que limite la flexión dorsal, al mismo tiempo que se inicie la rehabilitación funcional donde se inicien las movilizaciones y apoyo de manera precoz. Este tipo de abordaje está siendo utilizado más comúnmente, ya que los pacientes refieren una menor aparición de edema, mayor habilidad para cargar peso y una mayor facilidad para reeducar la marcha.

En la rehabilitación post-quirúrgica se deberán utilizar ejercicios y técnicas que vayan enfocadas principalmente a la disminución del dolor y de la inflamación, así como la atrofia muscular y la movilidad del tobillo tolerada. Una vez se vayan logrando estos objetivos, se comienza a trabajar con la ganancia de fuerza muscular de los estabilizadores de cadera y rodilla, así como el reentrenamiento de la

estabilidad lumbopélvica. Todo esto mientras el paciente permanezca inmovilizado con la escayola u órtesis.

Una vez se retire la inmovilización se debe proceder con los siguientes objetivos: ganar movilidad del tobillo-pie, recuperar fuerza y el trabajo neuromuscular. Es bueno tener como pronóstico la realización de las actividades de la vida diaria para guiarse e ir evaluando el progreso del paciente. Algunas bibliografías comentan que el paciente post-operatorio de una ruptura del tendón de Aquiles debería estar regresando a sus actividades de la vida diaria de manera funcional a partir de la cuarta a sexta semana del proceso de recuperación tras el retiro de la inmovilización.

De igual forma, en esta etapa de la rehabilitación debe darse importancia a las estructuras perilesionales como el nervio sural, el tríceps sural y los flexores de los dedos, articulaciones como la subastragalina y la mortaja tibioperonea-astragalina ya que, algunas de estas estructuras pudieron verse dañadas debido a la ruptura del tendón de Aquiles, y su incorrecta recuperación puede influir en el pronóstico del paciente. Es también de suma importancia tomar en cuenta la propia cicatriz, ya que esta también puede ser fuente de dolor o limitación de la movilidad, repercutiendo así en la reintegración del paciente a sus actividades diarias y deportivas. (Premium Madrid, 2020)

Tabla 1. Fases de la rehabilitación con sus respectivos objetivos a cumplir.

Fase de la rehabilitación	Tratamiento a seguir
6 semanas	Se inicia trabajo aeróbico, siempre limitando la flexión dorsal
8-12 semanas	Inicia el reentrenamiento de la marcha y ejercicios para mejorar la funcionalidad, los cuales pueden ser con o sin resistencia dependiendo de las capacidades del paciente
3-6 meses	Se comienzan a incluir ejercicios excéntricos progresivos
14 semanas	Esta depende del progreso que lleve el paciente, ya que es aquí cuando se podría comenzar a correr
16-18 semanas	Se inician el trabajo pliométrico
6-9 meses	Es aquí cuando se inicia la readaptación enfocada al deporte que practique el paciente
9-12 meses	Es el tiempo normalmente necesario para la vuelta a la actividad deportiva de manera completa

(Premium Madrid, 2020)

Tabla 2. Tratamiento quirúrgico versus conservador en rotura aguda del tendón de Aquiles.

Estudio	T. quirúrgico	T. conservador	Protocolo - rehabilitación
Keating J et al.	Técnica abierta e inmovilización (6 sem.)	4 sem. Equino (yeso) 4 sem. Semiequino (yeso) 2 sem. Neutro (yeso)	Inicio: tras retirada de yeso 1° sem: aumento de rango mov. 2° sem: inicio carga de peso, propiocepción y potenciación 6° sem: aumentando funcionalidad Finalización: 6 meses.
Willits K et al.	Técnica abierta e inmovilización (2 sem.)	2 sem. 20° flex plantar (férula)	Inicio: tras la retirada de la férula 1° sem: aumento de rango mov, disminución de la inflamación 4° sem: mismo protocolo, pero con inicio de carga de peso. 6° sem: propiocepción y potenciación

Estudio	T. quirúrgico	T. conservador	Protocolo - rehabilitación
			8° sem: aumento de la intensidad de tratamiento e iniciar reentrenamiento progresivo Finalización: 12 sem. En adelante
Metz R et al.	Técnica mínimamente invasiva e inmovilización. (7 sem.)	1 sem. Equino (yeso) 2 sem. 30° flex plantar (férula) 2 sem. 15° flex plantar (férula) 2 sem. 0° flex plantar (férula)	No se realizó
N-Helander K et al.	Técnica abierta e inmovilización (8 sem.)	2 sem. Equino (yeso) 6 sem. (soporte neumático)	Inicio: tras la retirada del soporte 1° sem: aumento rango mov 4° sem: inicio de carga de peso. Reeduación de la marcha. 8° sem: potenciación

Estudio	T. quirúrgico	T. conservador	Protocolo - rehabilitación
			12° sem: inicio de carrera continua y saltos 16° sem: iniciar reentrenamiento Finalización: semana 16
Olsson N et al.	Técnica abierta e inmovilización (6 sem.)	8 sem. (soporte neumático)	Inicio: 2 semanas después del inicio de tratamiento (No especifica protocolo) Finalización: semana 6
Schepull T et al.	Técnica abierta e inmovilización (7 sem.)	3,5 sem. Equino (yeso) 3,5 sem. Neutro (yeso)	Inicio: Tras la retirada del yeso (No se especifica protocolo) Finalización: semana 6
Twaddle B et al.	Técnica abierta e inmovilización (8 sem.)	1,5 sem. Equino (yeso) 2,5 sem. 20° flex plantar (férula) 4 sem 0° (férula)	No se realizó

Estudio	T. quirúrgico	T. conservador	Protocolo - rehabilitación
Lantto I et al.	Técnica abierta e inmovilización (7 sem.)	1 sem. Equino (yeso) 2 sem. 30° flex plantar (férula) 4 sem. Neutron (férula)	Inicio: 1 semana tras retirar férula 2° sem: aumento rango mov Inicio de carga de peso 4° sem: potenciación 3 meses: reentrenamiento Finalización: cuarto mes

Abreviaturas: T: Tratamiento, Sem: Semana, Flex: Flexión, Mov: Movilidad (Caballero, 2017)

1.2.8 Electrogimnasia en el patrón funcional. Debido a la gran importancia que posee el tendón de Aquiles para nuestras actividades de la vida diaria, en especial en actividades deportivas, tras una lesión de este es muy difícil lograr una recuperación completa del miembro afectado. Se ha comprobado que, por mayores intentos de parte de los médicos cirujanos a la hora de reconstruir el tendón o de un correcto tratamiento conservador utilizando yesos y órtesis, la funcionalidad del tendón, por ende, el miembro afecto, se ve disminuida considerablemente. Esto puede llevar a patrones de movimiento alterados que comúnmente se asocian a posibles recaídas.

En un estudio realizado por Lepley et al., en el 2015 se compararon distintos tratamientos que incluían estimulación eléctrica neuromuscular (EEN) combinada con ejercicios excéntricos versus un plan de tratamiento estándar sin incluir EEN y

ejercicios excéntricos. Dentro de este estudio se comprobó que, a pesar de aún presentar limitaciones en ciertos rangos de movimiento, aquellas personas que recibieron EEN combinada con ejercicios excéntricos demostraban una mayor funcionalidad muy parecida a aquella en sujetos sanos, a comparación de los que únicamente recibieron un tratamiento estándar. (Lepley et al., 2015)

El uso de electrogimnasia para la recuperación de funcionalidad y fuerza muscular genera gran impacto en el pronóstico del paciente, debido a que permite una mayor estabilidad de la articulación por el aumento de actividad muscular. Esta técnica es mayormente utilizada en pacientes que han tenido períodos de inmovilización prolongada, como lo son los pacientes con ruptura del tendón de Aquiles, ya sea con tratamiento quirúrgico o conservador. Esto se debe a que el uso de EEN requiere de poca o ninguna participación del paciente, ya que las contracciones musculares son involuntarias, generadas por los estímulos eléctricos. Sin embargo, se ha comprobado que la combinación de electrogimnasia con ejercicios isométricos, excéntricos o pliométricos pueden generar mejores resultados, que el uso único de las EEN. (Minetto et al., 2021)

CAPÍTULO II

Planteamiento del problema

2.1 Planteamiento del problema

Es importante mantener una buena salud de los tendones, ya que son estos los encargados de la unión del músculo con el hueso y de la distribución de fuerza a lo largo de los mismos. En el caso de los deportes de alto impacto, como lo son el basquetbol, las carreras o el fútbol, las lesiones y patologías tendinosas son muy comunes, pero poco atendidas, por lo que se pueden llegar a acumular micro-lesiones que con el tiempo llevarán a lesiones más incapacitantes para los atletas. (Abián et al. 2020).

La ruptura del tendón calcáneo o tendón de Aquiles es una lesión muy frecuente y potencialmente incapacitante. Es una lesión que consiste en la pérdida de continuidad de la estructura, se trata de un rasgado total o parcial que se presenta cuando el tendón es estirado excediendo su capacidad. Grande del Arco et al, 2018 establecen que ‘‘existen varios factores de riesgo en la RTA, degeneración del tendón, una pobre vascularización, uso de corticoides, fluoroquinolona y previas rupturas de dicho tendón’’ (p. 18). Se pueden

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

ocasionar por un salto o pivoteo forzado o aceleraciones repentinas al correr, esto podría permitir un estiramiento excesivo del tendón y generar su rasgadura. También se puede generar como consecuencia de una caída o tropiezo. (Erazo et al. 2020).

Esta se debe comúnmente a una causa traumática y ocurre en la mayoría de los casos luego de una actividad física muy vigorosa. Los deportistas, como corredores de largas distancias, jugadores de deportes colectivos y cualquier otro deporte que incluya saltos de gran altura y esfuerzo, presentan lesiones inflamatorias del tendón con una frecuencia del 6,5% y el 15%, llevando así en ocasiones a una inesperada ruptura. (Eliana, 2012).

Las rupturas del tendón de Aquiles representan aproximadamente un 8% de las lesiones deportivas. Constituyen la tercera ruptura más común después de la del manguito rotador y las rupturas tendinosas del cuádriceps. El 80 a 85% de las rupturas se dan en el tercio medio-distal del tendón, zona menos vascularizada y por ende la de peor pronóstico, 9% se dan en la unión músculo-tendinosa y 6% son desinserciones distales. El 83% de los casos se dan durante la práctica deportiva. Debido a que este tipo de lesiones se encuentran entre unas de las más comunes y posee una gran importancia para la mecánica del miembro inferior, la incapacidad que ocasiona es de gran magnitud. Es por esto por lo que es indispensable disminuir el tiempo de recuperación de los pacientes para así poder permitirles una adecuada y rápida reintegración a sus actividades diarias y/o deportivas. (Coll, 2017).

El tendón de Aquiles es uno de los tendones que más se lesiona, se ha incrementado en las últimas décadas, la prevalencia de la lesión es desconocida por su etiología multifactorial aunque se considera que las rupturas parciales completas, es de 10 a 37 por cada 100 mil como consecuencia al sobreuso y entre un 30% y un 50% estará relacionada

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

con el deporte, siendo el tendón de Aquiles uno de los que con más frecuencia se ven implicados y se presenta con mayor frecuencia en el género masculino que en el femenino.

Una de las áreas más importantes durante la recuperación de una ruptura del tendón de Aquiles es la esfera “psico” y “social”, donde nos encontramos ante un referente donde se trata de comprender a las personas, una intersección de los espacios o dimensiones más personales en su vida; un proceso de intervención a nivel personal, grupal o comunitario que busca favorecer en los participantes en el restablecimiento de sus actividades deportivas.

Los procesos de transformación psicosocial pueden y deben, también, generar y socializar una producción de conocimientos. En este sentido, para facilitar esta producción, podría ser útil seguir una secuencia lógica que comprenda tres pasos fundamentales: acción, observación y discusión reflexiva. La práctica del deporte ofrece múltiples beneficios no solo para la salud sino también de carácter psicosocial, entre ellos: la integración social, la creación y fortalecimiento de relaciones sociales y el mejoramiento de la comunicación entre individuos y grupos. (Elizete Castro,2020).

Las rupturas de tendón de Aquiles normalmente ocurren en gente sedentaria u obesas como también en las personas que realizan actividad física diariamente. La lesión ocasiona discapacidad, dolor severo y persistente en aproximadamente el 20% de los casos de ruptura parcial, la cual no se diagnostica, de acuerdo con lo reportado en la literatura. (Romero, 2017).

La falta de preparación, la carga por encima de la capacidad habitual y una recuperación insuficiente aumenta el riesgo de lesiones, ya que se expone a los atletas

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

a cambios significativos de mayores cargas. Los futbolistas sufren aproximadamente una media de 2,0 lesiones por cada temporada, por lo tanto, se pierden 37 días en una temporada de 300 días promedio. Las tendinopatías son un gran reto para los fisioterapeutas porque tienen una gran propensión a la cronicidad y requieren de un tiempo prolongado para una óptima recuperación, y son muy comunes en los atletas de élite (Aicale et al, 2018).

Todos los tendones pueden ser propensos a desarrollar tendinopatías, los más comunes son el extensor de muñeca común, cuádriceps, rotuliano, tibialis posterior y tendón de Aquiles. La tendinopatía del tendón de Aquiles (TA) se caracteriza por dolor a 2-6 cm por encima de la inserción del calcáneo, inflamación posteromedial y deterioro del rendimiento. Aproximadamente el 25% no responden a un tratamiento conservador, en comparación con el fortalecimiento excéntrico el 60% de los pacientes mejoraron significativamente (Aicale et al, 2018).

En la actualidad existen diversas técnicas quirúrgicas y fisioterapéuticas que permiten una recuperación óptima y rápida. Una de las más utilizadas es la electricidad como método terapéutico. Durante gran parte del siglo XX el avance de la ciencia en la medicina ha comprobado que para tratar ciertas enfermedades el uso de medicamentos, frecuentemente producen efectos colaterales no deseados o hacen que el organismo se vuelva resistente a las sustancias químicas, por lo que esto ha provocado el uso de la electroterapia como un método terapéutico muy confiable y de resultados muy beneficiosos en distintos tratamientos (Cabrera, 2015).

Por lo que hay estudios como en el de Aicale que menciona que el fortalecimiento ha tenido muy buenos resultados y, por otro lado, Cabrera establece

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

que la electroterapia es un método muy utilizado con diversos beneficios. Lo que nos lleva a investigar sobre la combinación de ambas técnicas, por lo tanto, surge la siguiente pregunta; ¿cuáles son los efectos de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles?

2.2 Justificación

Con base en la investigación respecto a la ruptura del tendón de Aquiles en atletas de élite se puede demostrar que es una de las lesiones de mayor prevalencia en actividades deportivas, con una incidencia de 31,17 por 100 mil por año. Estas generan un alto grado de incapacidad, por lo que es importante recibir una rehabilitación fisioterapéutica temprana y poder así reincorporarse a sus actividades diarias y/o deportivas lo antes posible y en las mejores condiciones (Quinaluisa, 2020).

El deporte de élite requiere un entrenamiento de volumen e intensidad que induce una fatiga neuromuscular perjudicial para el rendimiento físico, por lo que es importante mejorar el proceso de recuperación y, por lo tanto, se podría proponer una amplia variedad de modalidades de recuperación. Se ha observado que la estimulación eléctrica neuromuscular se usa para activar el músculo esquelético en un esfuerzo por imitar las contracciones voluntarias y mejorar la rehabilitación de los músculos esqueléticos humanos. Es una precontracción eficaz para un aumento de los factores neuronales y musculares durante las contracciones musculares. Se sugiere que la precontracción muscular con el 20% de electroestimulación neuromuscular (NMES) podría inducir un dolor moderado, pero podría ser una intervención eficaz para mejorar la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) a través de la actividad del factor neural. (Ryosuke Nakanishi, 2020).

La electrogimnasia ha sido una técnica muy utilizada y estudiada en los últimos años, en especial por su característica del entrenamiento neuroplástico específicamente en tendones. “Se ha evidenciado que las zonas del cuerpo están representadas en la corteza a través de una red neuronal y que en pacientes con dolor presentan diferencias en las representaciones topográficas de la corteza somatosensorial, en comparación con sujetos sin dolor” (Rubio-Oyarzún et al, 2018). Dichos cambios se manifiestan en los mapas cerebrales que expanden o disminuyen su representación a nivel cortical, lo que conduce al mantenimiento del dolor crónico y la pérdida de la funcionalidad. El entrenamiento neuroplástico se refiere a la utilización de carga basada en la fuerza aplicada al tendón con la finalidad de mejorar la neuroplasticidad de la corteza motora y conducir al músculo.

Se ha demostrado que la ruptura del tendón de Aquiles resulta en una pronunciada incapacidad debido a que en la mayoría de los casos la ruptura se da en el tercio medio-distal del tendón, área que tiene la peor vascularización, lo que resulta en una rehabilitación más compleja, por lo que es importante que se realice de la mejor manera y lo antes posible para poder garantizar así una reintegración del paciente a sus actividades de la vida diaria y/o deportivas. (Romero, 2017).

Se ha demostrado que los ejercicios de fortalecimiento principalmente en los músculos gastrocnemios y sóleo no ayudan solo en la ruptura del tendón de Aquiles sino, en diversas lesiones deportivas de miembros inferiores como tendinopatías y fascitis plantar. Al combinar la electroestimulación con los ejercicios de fortalecimiento muscular se pueden obtener distintas mejoras como una mayor oxigenación y regeneración de tejidos aumentada al 5% y un mayor y más rápido aumento del tono muscular que otros sistemas de entrenamiento. (Oliveira, 2018).

La electrogimnasia es una de las técnicas utilizadas para la recuperación de la ruptura del tendón de Aquiles con el objetivo de fortalecer la musculatura que se ha visto afectada. Una de las corrientes más utilizadas en la electrogimnasia son las corrientes rusas. Estas transmiten corriente en alternancias, estimulando más fibras musculares y produciendo una mayor contracción. Son utilizadas para la potenciación muscular y, debido a esto, se ha encontrado que los atletas tienen una mayor tolerancia a este tipo de corriente (Romero, 2017)

La debilidad de los músculos adyacentes es normal después de la reconstrucción de un tendón o ligamento. A pesar de las investigaciones, no se ha encontrado un enfoque de tratamiento universal para evitar dicha debilidad, al igual que no se ha encontrado una evidencia clara de la electroterapia para la recuperación de la ruptura del tendón de Aquiles, pero la electroterapia ha logrado ser una estrategia efectiva en otras lesiones musculoesqueléticas en el miembro inferior. Por ejemplo, en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), la debilidad es evidente en el cuádriceps, pero es fundamental desarrollar una rehabilitación para recuperar la fuerza muscular máxima (Lepley et al, 2015).

La NMES provoca una contracción involuntaria de los músculos y estimula las fibras tipo II, provocando una mejor respuesta para el aumento de la fuerza muscular. Se ha demostrado que se da un mejor resultado en la activación del cuádriceps en pacientes de reconstrucción de LCA con la aplicación de NMES. Además, está evidenciado que en la actualidad los ejercicios excéntricos dan mejores resultados que los concéntricos para evitar la atrofia muscular, aumentar el volumen muscular y fuerza del cuádriceps. Combinando ambas técnicas de NMES y ejercicios excéntricos han tenido buenos resultados para

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

mejorar la fuerza muscular del cuádriceps, poniendo esta opción como un posible protocolo de rehabilitación para tener una óptima recuperación postoperatoria y así poder observar cambios significativos para la ganancia de fuerza del cuádriceps. (Lepley et al, 2015).

La siguiente investigación es una revisión bibliográfica en atletas de élite con ruptura en el tendón de Aquiles, y a pesar de que no es un estudio de campo, realizamos una investigación en base a diferentes bibliografías como revistas médicas, libros, artículos y tesis para evidenciar los efectos de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles, lo que haría que el rol del fisioterapeuta sea de gran importancia en dicha patología, además de tener una información verídica y actualizada.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general. Determinar los principales efectos de la electrogimnasia en la recuperación de atletas élite con ruptura del tendón de Aquiles.

2.3.2 Objetivos particulares

- Identificar las secuelas funcionales de una ruptura del tendón de Aquiles en diversos deportes.
- Reconocer los métodos y técnicas de electrogimnasia más adecuados para la rehabilitación de la ruptura del tendón de Aquiles descritos en la bibliografía.
- Analizar los efectos de la electrogimnasia para mejorar las capacidades funcionales en el deportista élite con ruptura del tendón de Aquiles.

CAPÍTULO III

Materiales

En este capítulo se visualizan de manera detallada los materiales y métodos utilizados para el desarrollo de la investigación. Se describe de igual manera el enfoque de la investigación, el tipo de estudio realizado, el método y diseño de la investigación, criterios de selección, así como las variables que enfocaron la búsqueda de información.

3.1 Materiales y métodos

Describen puntualmente de qué forma se realizó la investigación y la calidad de información obtenida. De este modo, se valida el objetivo de la investigación y se obtienen resultados relevantes y confiables.

3.1.1 Materiales. Para esta investigación se utilizaron libros y artículos sobre tendones, específicamente sobre el tendón de Aquiles, ruptura de los tendones, su rehabilitación y sobre electrogimnasia. Estos fueron obtenidos de las siguientes bases de datos: Google Académico, ELSEVIER, Scielo y PubMed.

BASES DE DATOS

■ Google Académico ■ ELSEVIER ■ Scielo ■ PubMed ■ Otras páginas

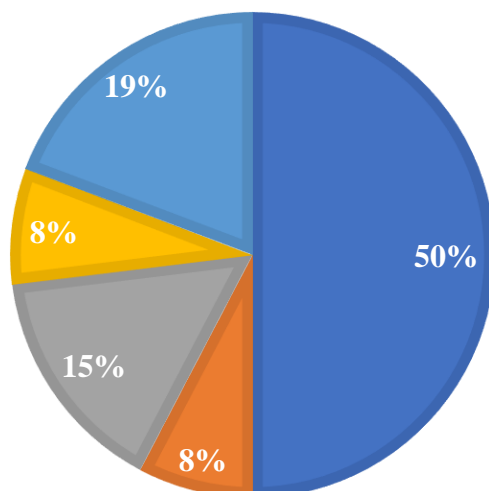


figura 8. Gráfica de las bases de datos utilizadas en la investigación. Elaboración propia.

Tabla 3 Fuentes.

Fuentes	Cantidad
Artículos científicos	17
Libros	2
Ensayos científicos	3
Tesis	4
Otros	4

Elaboración propia.

3.2 Métodos utilizados

Para la elaboración de la investigación se necesitaba información verídica y de la mejor calidad posible, por lo que se utilizaron buscadores científicos como Pubmed, Google

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

Académico, ELSEVIER y Scielo. En estos buscadores se utilizaron palabras clave para poder encontrar los artículos necesarios, las cuales fueron: ruptura del tendón de Aquiles, atletas élite, electrogimnasia, protocolo de rehabilitación, tratamiento quirúrgico y conservador.

Además, la investigación tiene un enfoque cualitativo porque se basa en explorar y descubrir información preexistente para luego generar perspectivas teóricas. El diseño de investigación utilizado fue no experimental, ya que no se tuvo contacto directo con atletas élite que sufrieron una ruptura del tendón de Aquiles, por lo tanto, no se realizó trabajo de campo.

La presente investigación es de tipo descriptiva porque se estudió el fenómeno de la ruptura del tendón de Aquiles, también se utilizó un método de análisis-síntesis debido a que se hizo un análisis de los componentes del tendón y sus diferentes tipos de tratamiento, seguido a eso se realizó una síntesis relacionando los tratamientos utilizados.

3.2.1 Enfoque de la investigación. Esta investigación se realizó con un enfoque cualitativo. Una investigación cualitativa se basa en la extracción de información de descripciones a partir de observaciones como entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y videos, registros escritos de todo tipo, fotografías o películas y artefactos. (Herrera, 2017)

Las investigaciones cualitativas se basan en la lógica y un proceso inductivo, ya que se basa en explorar y describir información preexistente, para luego generar perspectivas teóricas. De igual forma, en una investigación de enfoque cualitativo no se generan hipótesis desde un inicio, sino que estas van surgiendo conforme se vaya indagando más información.

El proceso de indagación de información es más flexible que en otros enfoques, ya que evalúa el desarrollo natural de los sucesos y no existe manipulación o estimulación de las variables utilizadas. Se utilizan técnicas para recolectar datos como revisión de documentos, discusiones grupales, evaluación de experiencias personales y registros de historias de vida. (Hernández et al, 2010)

Hernández et al en 2010 establecieron que ‘‘La investigación cualitativa se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones de los seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones (busca interpretar lo que va captando activamente)’’. (p. 9)

3.2.2 Tipo de estudio. Los investigadores de esta revisión bibliográfica están basados en un tipo de estudio de índole descriptivo, ya que se estudia el fenómeno de la ruptura en el tendón de Aquiles, así mismo sus componentes, como lo son la anatomía del tendón, fisiología, clasificación de las lesiones que se pueden llegar a producir en dicho tendón. Además de las formas de tratamiento y cual tienen mejores resultados.

El presente estudio es descriptivo, ya que está especificando los aspectos, características y grupo de población afectada, recolectando información de múltiples fuentes ya existentes, con el fin de explicar los puntos más importantes y los resultados para el tratamiento en las lesiones de rupturas del tendón de Aquiles (Hernández, 2010).

3.2.3 Método de estudio. En la investigación presentada se realizó un método de estudio de análisis-síntesis. En la parte del análisis se refiere a que; “se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado”, y por otro lado la síntesis que, “es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos” (Ramos, 2016).

En la investigación cumple con dichos conceptos, ya que, en el análisis se revisan por separado los componentes del tendón, los tratamientos y en que se basan cada uno de ellos. Así mismo, se realiza una síntesis relacionando los tratamientos utilizados en las rupturas de otros tendones para la recuperación de la ruptura del tendón de Aquiles.

3.2.4 Diseño de investigación. El diseño es no experimental debido a que no se está haciendo una investigación de campo, sin tener contacto con deportistas de elite que hayan sufrido una ruptura de tendón de Aquiles. Se basa fundamentalmente en las observaciones de los fenómenos. En esta investigación no hay condiciones y estímulos los cuales se expongan en deportistas elite con ruptura de tendón de Aquiles los sujetos son observados en su ambiente natural.

La investigación cuenta con estudios de análisis e identificar las secuelas funcionales de una ruptura de tendón de Aquiles; es decir que permite estimar la magnitud y distribución de la patología en un momento dado por medio de la recopilación de información.

3.2.5 Criterios de selección. Para el siguiente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes criterios de selección.

Tabla 4. Criterios de selección

Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
<ul style="list-style-type: none">• Artículos no mayores de 13 años encontrados en la base de datos.• Artículos encontrados en inglés y español.• Artículos científicos que hablen sobre la electrogimnasia y la ruptura del tendón de Aquiles.• Trabajos de investigación como tesis y tesinas.• Atletas élite con ruptura del tendón de Aquiles• Proceso de rehabilitación de la ruptura del tendón de Aquiles utilizando electrogimnasia	<ul style="list-style-type: none">• Artículos con más de 13 años de antigüedad.• Páginas de internet no reconocidas.• Artículos que no hablen de electrogimnasia.• Artículos que no hablen de ruptura de tendón de Aquiles.• Páginas que no tengan bases bibliográficas comprobadas• Procesos de rehabilitación de la ruptura del tendón de Aquiles que apliquen electrogimnasia y algún otro agente• Pacientes con ruptura del tendón de Aquiles que no sean atletas de élite

Elaboración propia

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 5. Variable dependiente

Variable dependiente	Palabras clave	Definición conceptual de variables	Operacionalidad de variables
Ruptura de tendón de Aquiles	Ruptura	Se trata de un rasgado total o parcial que se presenta cuando el tendón es estirado excediendo su capacidad. (Quinaluisa Erazo et al, 2020).	La ruptura del tendón de Aquiles se da cuando existe un rasgado total o parcial que ocurre cuando el tendón es estirado excediendo su capacidad. Esta suele ser causada por un trauma o por excesiva actividad física.

Elaboración propia

Tabla 6. *Variable independiente*

Variable independiente	Palabras clave	Definición conceptual de variables	Operacionalidad de variables
Electrogimnasia	Electrogimnasia	Es la combinación de la contracción muscular median impulsos eléctricos con ejercicios voluntarios, con propósitos terapéuticos, de rehabilitación, estéticos, entrenamiento y rendimiento físico. (López, 2017)	Se ha demostrado que la electroestimulación hace trabajar muchas más fibras de un mismo músculo que en el ejercicio convencional. El deportista realiza un entrenamiento normal y al mismo tiempo lo combina con la electroestimulación para lograr mejores resultados, ya que está comprobado

Variable	Palabras clave	Definición	Operacionalidad
independiente		conceptual de variables	de variables
			que el uso de ejercicios excéntricos combinados con el estímulo eléctrico puede llegar a lograr analgesia en la zona de lesión, así como un aumento evidente de la fuerza muscular.

Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para esta investigación se utilizaron 5 estudios previos sobre el tema debido a la poca existencia de evidencia científica que respalde un correcto protocolo de rehabilitación tras una ruptura del tendón de Aquiles. Estos artículos se pudieron encontrar luego de una exhaustiva búsqueda donde pudimos obtener aproximadamente 104 artículos, de los cuales, al ir descartando, pudimos contar únicamente con los 5 mencionados anteriormente.

4.1 Resultados.

Respecto a la información encontrada en los artículos científicos se puede demostrar que la ruptura del tendón de Aquiles tiene como gran característica un fuerte dolor en la parte posterior del tobillo. Además, genera una gran discapacidad en las actividades diarias y deportivas, lo que resalta la importancia de la disminución del tiempo de recuperación y así poder reintegrarse a su vida cotidiana lo antes posible y de la misma manera como lo hacía previo a la lesión.

En base a la investigación que se realizó se encontraron 2 artículos que describen las secuelas funcionales de una ruptura del tendón de Aquiles, según el primer objetivo

específico establecido; identificar las secuelas funcionales de una ruptura del tendón de Aquiles en diversos deportes. Jandacka et al, 2017 describió que los atletas con ruptura del tendón de Aquiles previa eran 176 veces más propensos a sufrir una ruptura del tendón de Aquiles contralateral a comparación de individuos que no han sufrido una ruptura del tendón de Aquiles previamente. Se demostró que el grupo de jóvenes con ruptura del tendón de Aquiles previa reportaban grandes diferencias de longitud del tendón de Aquiles entre el miembro afecto y el miembro sano. De igual forma, el grupo con ruptura del tendón de Aquiles demostró una significativa disminución de fuerza a la flexión plantar en el miembro afecto a comparación del miembro sano. En este mismo estudio se observaron notables diferencias en los rangos de movilidad de rodilla y cadera del miembro afecto y del miembro sano a lo largo de todas las fases de la marcha. Esto, debido a una falta de fuerza muscular del miembro afecto, así como una disminución de la elasticidad del tendón de Aquiles luego de una ruptura. En el estudio llevado a cabo por Jandacka et al en 2017, cuyo propósito es comparar la mecánica de las extremidades inferiores de corredores con ruptura del tendón de Aquiles con personas sanas, en la página 4 menciona, ‘‘La evidencia ha demostrado que individuos con antecedentes de ruptura del tendón de Aquiles tienen una disminución de la propiocepción de la articulación del tobillo, disminución del volumen del músculo flexor plantar, aumento de la longitud del tendón de Aquiles y rigidez del tendón de Aquiles afectada.’’.

En otro estudio de Zellers et al en 2020, cuyo propósito fue investigar las relaciones entre la morfología del tendón a corto plazo y propiedades mecánicas para la función de salto y elevación del talón a largo plazo en individuos después de la rotura del tendón de Aquiles, con la participación de veintidós pacientes con una edad media de 40 años,

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

mencionan en la página 5 que “Los tendones rotos eran significativamente más largos, tenían un área de sección transversal mayor y un módulo de cizallamiento dinámico más bajo que los lados ilesos a las 52 semanas”. Debido a esto se ha demostrado que se da una atrofia muscular significativa en el tríceps sural, teniendo déficits funcionales es en la elevación del talón, en el mismo estudio sugieren que “las alteraciones en el ángulo de penetración y la longitud del fascículo observadas experimentalmente explican la disminución de la altura del talón”. Por lo tanto, las secuelas funcionales más significativas a largo plazo según el presente estudio son problemas mecánicos en la marcha y en el salto por un reclutamiento muscular patológico.

Según Barfod, (2014), página 18, demuestra, “Debido a que existen pruebas concluyentes de que los resultados tras el tratamiento quirúrgico y no quirúrgico de la ruptura del tendón de Aquiles son comparables y el tratamiento óptimo se debate continuamente, los métodos de rehabilitación son cada vez más significativos. Sin embargo, los datos sobre el curso de la recuperación después de la ruptura del tendón de Aquiles siguen siendo limitados, lo que podría resultar en una rehabilitación subóptima”.

En cuanto a nuestro segundo objetivo particular, el cual se enfocaba en reconocer los métodos y técnicas de electrogimnasia más adecuados para la rehabilitación de la ruptura del tendón de Aquiles, no se encontró suficiente evidencia que respaldara el uso de la electrogimnasia dentro de un protocolo de rehabilitación tras una ruptura del tendón de Aquiles. Sin embargo, pudimos encontrar un estudio donde se aplicó electroestimulación durante el protocolo de rehabilitación, lo que nos lleva a analizar que la electroestimulación, aunque sea aplicada sin ejercicios al mismo tiempo, puede generar cambios drásticos en la estructura y funcionalidad del tendón.

En un estudio realizado por Jiménez & Ávalos en el 2007 se realizó un protocolo de rehabilitación en el que se aplicaron distintas técnicas, entre esas las corrientes interferenciales con frecuencia de salida de 3908 Hz, pulso de 125 microsegundos por cada fase, voltaje de salida de 50 V y estimulación electro-neuromuscular EMS con frecuencia de pulso ajustable de 2 – 160 Hz, pulsos de 250 microsegundos, bifásico, salida ajustable de 0 – 100 mA y voltaje de salida de 0 – 110 V máximo. Este protocolo de rehabilitación se llevó a cabo durante 8 semanas, en el cual se incluyeron a 10 pacientes que hubiesen sufrido una ruptura del tendón de Aquiles, de cualquier sexo, de 18 años en adelante, sin importar el tiempo de lesión o si realizaban alguna actividad física o no. El protocolo de rehabilitación se muestra en la tabla 7. Como resultados del estudio se pudo encontrar que los pacientes dejaron de presentar dolor hasta la cuarta semana y edema hasta la quinta, los arcos de movimiento normales se lograron hasta la octava semana, la fuerza muscular del tríceps sural se alcanzó a la cuarta semana, sus actividades diarias las pudieron realizar como lo hacían previo a la lesión hasta la cuarta semana y la actividad deportiva se inició en la séptima semana.

Esto nos demuestra que el uso de corrientes interferenciales y electroestimulación desde la primera semana del protocolo de rehabilitación permite una recuperación de la fuerza muscular y de los arcos de movimiento tempranamente y de la misma manera en que se tenían previamente a la lesión.

Tabla 7. Protocolo de rehabilitación

Semana	Acciones:
Primera	Seis puntos de 4 minutos de láser a un lado de la herida, corrientes interferenciales en dos sesiones, una pulsátil y otra continua de 20 min cada una. Electroestimulación 20 min tres veces al día, crioterapia por 20 min cada dos horas, a partir del tercer día movilización activa con ejercicios isométricos a tolerancia.
Segunda	Seis puntos de 4 minutos de láser a un lado de la herida, corrientes interferenciales en dos sesiones, una pulsátil y otra continua de 20 min cada una. Electroestimulación 20 min tres veces al día, crioterapia por 20 min posterior a tres sesiones de ejercicios isométricos de 20 repeticiones cada una al día.
Tercera	Seis puntos de 4 minutos de láser a un lado de la herida, corrientes interferenciales en dos sesiones, una pulsátil y otra continua de 20 min cada una, acompañada de calos seco. Electroestimulación 20 min, tres veces al día; crioterapia por 20 min posterior a tres series de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día.
Cuarta	Corrientes interferenciales en dos sesiones, una pulsátil y otra continua de 20 min cada una, acompañada de calor seco. Electroestimulación 20 min, tres veces al día; crioterapia por 20 min posterior a tres series de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día.

Semana	Acciones:
Quinta	Corrientes interferenciales en dos sesiones, una pulsátil y otra continua de 20 min cada una acompañado de calor seco; crioterapia por 20 min posterior a cuatro sesiones de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día y a cuatro sesiones de ejercicios isotónicos de 40 repeticiones cada una al día.
Sexta	Calor seco por 20 minutos; crioterapia por 20 mi posterior a cuatro sesiones de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día, a cuatro sesiones de ejercicios isotónicos de 40 repeticiones cada una al día y dos sesiones de ejercicios excéntricos y concéntricos en escalón de 30 cm de 20 repeticiones al día.
Séptima	Calor seco por 20 minutos; crioterapia por 20 min posterior a cuatro sesiones de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día, a cuatro sesiones de ejercicios isotónicos de 40 repeticiones cada una al día y a dos sesiones de ejercicios excéntricos y concéntricos en escalón de 30 cm de 40 repeticiones al día, inicia trote ligero sobre superficie suave.
Octava	Calor seco por 20 minutos; crioterapia por 20 min posterior a cuatro sesiones de ejercicios isométricos de 40 repeticiones cada una al día, a cuatro sesiones de ejercicios isotónicos de 40 repeticiones cada una al día, y a tres sesiones de ejercicios excéntricos y concéntricos en escalón de 30 cm de 40 repeticiones al día, trote y carrera a tolerancia.

(Jiménez & Ávalos, 2007)

El tercer objetivo particular se centra en los efectos de la electrogimnasia para mejorar la capacidad funcional en el atleta élite, con ruptura del tendón de Aquiles, sin embargo, en que la revisión bibliográfica de forma sistematizada, no se encontraron mediciones concretas en los estudios diana que especificaran variables dependientes asociadas a las capacidades funcionales.

4.2 Discusión

Es importante mencionar que la ruptura del tendón de Aquiles tiene muchas secuelas anatómicas, fisiológicas y funcionales sin importar si la intervención fue quirúrgica o conservadora. La ruptura del tendón de Aquiles tiene un gran impacto en la participación y rendimiento deportivo de los atletas élite, en el caso de los corredores tiene una gran importancia para lograr tener una flexión plantar lo suficientemente potente y así ejecutar una correcta mecánica en la carrera. Sin embargo, no solo en los atletas élite hay repercusiones, ya que el tendón de Aquiles tiene como función principal el soporte de cargas, lo cual se ve afectado para la ejecución de una de las actividades de la vida diaria más importante, como lo es la marcha. En base al estudio de Jandacka et al en 2017 se evidencia que los atletas que sufren una ruptura del tendón de Aquiles tienen un gran déficit en el rendimiento deportivo, sobre todo en deportes de salto y carrera. Aproximadamente el 30% de los atletas con antecedentes de esta patología se retira de su carrera deportiva. Según Liu en 2017, realizó un estudio de ultrasonido Doppler en el que muestra que las fibras del tendón después de la ruptura están discontinuadas y los extremos retraídos,

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

además de los tejidos hinchados, retraídos y engrosados, señal del flujo sanguíneo desordenado y aumentado.

Entre otras de las secuelas demostradas en la evidencia pudimos encontrar que existen pacientes con incidencia de eventos trombóticos venosos tras una ruptura del tendón de Aquiles. En el estudio realizado por Steadman et al, (2020), se encontró que a las 2 semanas 76 de 250 pacientes, hablando el 30% de la población estudiada, fueron diagnosticados con trombosis venosa profunda. Se observó un trombo en la vena poplítea, 43 en venas distales y 48 en venas musculares. El 49% de los pacientes fueron diagnosticados con trombos a las 6 semanas. Esto lleva a la conclusión que puede deberse a la inmovilización prolongada del miembro afecto. En los pocos estudios realizados sobre la recuperación tras una ruptura del tendón de Aquiles se utiliza muy comúnmente la inmovilización del miembro lesionado durante varias semanas en distintas posiciones. Debido a esto, podemos concluir que una movilización temprana en combinación con la electroestimulación podría evitar secuelas fisiológicas como la antes mencionada ya que permite un movimiento de la articulación y una recuperación temprana de la musculatura afectada, por lo que deberían de existir más estudios que respalden su utilización.

En el estudio realizado por Barfod en el 2014 se demostró que las rupturas del tendón de Aquiles necesitan un período de rehabilitación prolongado, ya que dejan de un 10% a 30% de secuelas funcionales, específicamente en la fuerza muscular de los gastrocnemios. Este tipo de lesiones presentan limitaciones a largo plazo, llevando incluso a que los pacientes no puedan regresar a sus actividades deportivas con un nivel de ejecución como solían hacerlo previo a la ruptura. Por lo tanto, es evidente la necesidad de un protocolo de rehabilitación completo y adecuado según las necesidades deportivas de los atletas que han

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

sufrido una ruptura del tendón de Aquiles y así poder garantizar un regreso a sus actividades con la disminución significativa de las secuelas de esta lesión.

En la actualidad no existen suficientes evidencias científicas que puedan servir como guía para la correcta realización de un protocolo de rehabilitación tras una ruptura del tendón de Aquiles que le permita al paciente recuperar la funcionalidad que demostraba tener previo a la lesión. Es por esto por lo que, en la presente investigación, se utilizaron artículos de tantos años atrás, como el de Jiménez & Ávalos del 2007, ya que la información que puede llegar a ser útil no se encuentra actualizada.

Aunque la evidencia es limitada entorno a las capacidades funcionales y el uso de la electrogimnasia en la rehabilitación de la ruptura del tendón de Aquiles, se han realizado estudios sobre la recuperación de la fuerza muscular en el cuádriceps luego de la intervención quirúrgica por la ruptura del ligamento cruzado anterior.

La rehabilitación con base a la electroestimulación y ejercicio excéntrico, son técnicas de fisioterapia utilizadas para el fortalecimiento muscular, tanto para personas que realizan actividades de la vida diaria como en deportistas, mejorando sus capacidades funcionales tras la ruptura de un tendón. Se ha demostrado que el movimiento, patrón funcional y fuerza muscular mejoran considerablemente, incluso se pueden recuperar al nivel previo a la lesión. Sin embargo, el hallazgo también indica que la función de los tendones lesionados no se restaura completamente. Se necesita de más evidencia científica, pero hasta la fecha no hay un estudio que dé como resultado una mejora funcional total en un deportista con una ruptura de tendón de Aquiles.

De acuerdo con Lindsey K., (2015), cuyo objetivo es valorar cómo el ejercicio excéntrico y la electroestimulación ayudan a mejorar la reconstrucción de un ligamento cruzado anterior (LCA), menciona en la página 3 que los pacientes exhibieron una mayor fuerza de los cuádriceps post operatorio demostrando los patrones de movimiento que eran indistinguibles en las personas que no están heridas y su miembro no está lesionado, mostrando una reducción de flexión de rodilla y momentos de extensión durante la actividad. Estas son 12 semanas de intervención post operatoria combinada de EENM y seguidas de 6 semanas de ejercicio excéntrico. Fue una comparación con el estándar de atención posterior a la reconstrucción del LCA y la aplicación separada de solo terapia de ejercicio excéntrico o EENM. La intervención de ejercicio excéntrico es uno de esos enfoques terapéuticos que puede inducir ganancia significativa relacionada con alteraciones con el plano sagital de la rodilla, como movimientos durante las tareas de caminar y trotar.

Los pacientes fueron colocados en grupos de EENM combinado con ejercicio excéntrico, y otro grupo solo de EENM recibieron tratamiento de EENM dos veces por semana durante seis semanas luego de la reconstrucción de LCA. Para recibir el tratamiento de EENM los pacientes fueron colocados en dinamómetro con su cadera flexionada a 90°, la rodilla flexionada a 60° y su espalda apoyada. Se colocaron electrodos estimulantes sobre el vasto lateral proximal y el vasto medial distalmente, se configuró para entregar una corriente alterna de 2500Hz, modulada a 75 ráfagas por segundo, con un tiempo de aceleración de 2 segundos seguidos de un periodo de descanso de 50 segundos. Se alentó a los pacientes a tolerar el estímulo en el nivel de tolerancia máximo y a relajarse mientras se administra la EENM para evitar la contracción voluntaria del cuádriceps y el tendón. Se provocan 10 contracciones isométricas que duran 10 segundos cada una, este protocolo de

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

EENM se desarrolló en base a trabajos previos en pacientes que habían sido sometidos a una reconstrucción del LCA y se ha mejorado la fuerza postoperatoria del cuádriceps. El ejercicio excéntrico es el factor determinante detrás de las ganancias de fuerza, ya que los pacientes que estuvieron expuestos a los ejercicios excéntricos obtuvieron una recuperación de la fuerza del cuádriceps significativa. Además, los pacientes que recibieron la intervención excéntrica pudieron demostrar una fuerza que era similar a la de los no lesionados en un momento en que fueron devueltos en la participación deportiva.

4.3 Conclusión

Con base a la investigación realizada, se puede concluir que es necesario un protocolo adecuado de rehabilitación para la ruptura del tendón de Aquiles ya que, actualmente, no existe suficiente evidencia científica para respaldar el mejor método o técnica necesario para garantizar una correcta rehabilitación, en especial de los atletas de élite que comúnmente necesitan un período de rehabilitación lo más corto posible y una recuperación máxima.

Existen estudios que demuestran distintos métodos de rehabilitación, tanto para las intervenciones quirúrgicas, como para las conservadoras. Sin embargo, no se ha estudiado el uso de la fisioterapia a profundidad, ni las técnicas o métodos más adecuados para una correcta rehabilitación. Con respecto a la electrogimnasia existe evidencia científica limitada sobre su utilización a lo largo del periodo de rehabilitación tras una ruptura del tendón de Aquiles. A pesar de ello, la electrogimnasia podría ser una buena alternativa en el proceso de recuperación ya que está comprobado que ofrece cierto nivel de analgesia, así

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

como fortalecimiento muscular de manera rápida, tanto en personas pre y post cirugías, como en deportistas de élite.

El uso de electrogimnasia puede llegar a tener un gran impacto en el rendimiento de los atletas de élite al reincorporarse a sus actividades deportivas posterior a una ruptura del tendón de Aquiles. Se sabe que la electroterapia tiene una amplia gama de efectos positivos en lo que es el fortalecimiento muscular, por lo que combinarlo con ejercicios activos puede llegar a resultar en un mayor reclutamiento de fibras musculares, llevando así a un aumento significativo de la fuerza y masa muscular.

Todo esto demuestra que los pacientes que han sufrido una ruptura del tendón de Aquiles han llegado a presentar considerables disminuciones de trofismo y fuerza muscular, así como una menor elasticidad de los tendones reparados a comparación de tendones sin ruptura. Sin embargo, no se cuentan con suficientes evidencias para respaldar la necesidad de métodos y técnicas de rehabilitación para garantizar una mejora en la funcionalidad del tendón y la musculatura de los pacientes que han sufrido una ruptura del tendón de Aquiles.

4.4 Perspectivas

La investigación realizada nos ha dado la oportunidad de conocer más a profundidad las rupturas del tendón de Aquiles y sus limitaciones posteriores a la rehabilitación, tanto para atletas de alto rendimiento, como para personas que no realizan actividades deportivas vigorosas. Pudimos notar que la cantidad de re-rupturas y todas las secuelas que una lesión como esta suponen para los pacientes son muy comunes y limitantes, afectando así sus actividades de la vida diaria y sus actividades deportivas. Sin embargo, a pesar de que

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

existe suficiente información sobre las consecuencias de una ruptura del tendón de Aquiles, no existe suficiente evidencia que respalde el mejor método o técnica fisioterapéutica para su recuperación.

La mayoría de los atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles se someten a una reparación quirúrgica y que aproximadamente el 83% de ellos puede volver a jugar. Sin embargo, la mayoría no logra regresar a su nivel de rendimiento previo a la lesión, sin importar la extensa rehabilitación que reciban. Actualmente no se cuenta con evidencia científica que profundice en el área de fisioterapia para la recuperación de la ruptura del tendón de Aquiles, mucho menos en una técnica o método en específico en el cual se puedan basar los fisioterapeutas a la hora de involucrarse en el protocolo de rehabilitación de los pacientes con una lesión de ese calibre.

Debido a lo mencionado anteriormente, se ha llegado a la conclusión que es de suma importancia la realización de más estudios sobre la fisioterapia como parte de la rehabilitación tras una ruptura del tendón de Aquiles ya que, actualmente, sólo mencionan a la fisioterapia, mas no especifican técnicas, métodos o dosificaciones adecuadas para asegurar una correcta recuperación. Es importante destacar que tampoco existe ningún tipo de evidencia sobre el uso de la electrogimnasia como parte del protocolo fisioterapéutico de rehabilitación, lo que nos lleva a afirmar que son necesarios debido a los efectos que la misma puede llegar a tener en la musculatura afectada por dicha lesión. Una de las ventajas del uso de electrogimnasia como descrito por López y Machado Del Pozo en 2014 es que se logra aumentarla fuerza, fuerza explosiva, fuerza-resistencia, y la resistencia aeróbica ya que se logra una activación selectiva de los distintos tipos de fibras musculares. De igual manera, ellos mencionan que es una excelente alternativa para las recuperaciones tras

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

lesiones como una tendinitis, ya que produce una regeneración y oxigenación de tejidos aumentada por cinco, así como la disminución de dolor y aumento de la resistencia a la fatiga por convertir fibras intermedias en lentas.

Por todo lo antes mencionado, se puede decir concretamente que es necesaria la realización de estudios aplicando las distintas técnicas y métodos fisioterapéuticos, especialmente el uso de la electrogimnasia, para la recuperación tras una ruptura del tendón de Aquiles. En especial, si se trata de un protocolo de rehabilitación para atletas de élite, ya que estos necesitan un regreso rápido y óptimo a sus actividades deportivas, más está comprobado que, aunque puedan volver, nunca logran alcanzar el mismo nivel de rendimiento que tenían previo a la lesión. Es por esto por lo que se puede decir que la falta de evidencia científica que respalde el uso de la fisioterapia en la recuperación de dicha lesión no permite la realización de un correcto protocolo de rehabilitación que se adecúe a las necesidades de los atletas de élite.

Referencias

- Aicale R, Tarantino D, Maffulli N. Lesiones por uso excesivo en el deporte: una visión general completa. *J Orthop Surg Res*. 2018 Dic 5;13(1):309. doi: 10.1186/s13018-018-1017-5. PMID: 30518382; PMCID: PMC6282309.
- Ángel Basas García. (2017). Posterior al tratamiento se aplican vendajes compresivos que terminan de completar el drenaje linfático y la acción del recorrido de la linfa. 2017, de Google Académico Sitio web: http://oa.upm.es/45231/1/ANGEL_BASAS_GARCIA.pdf
- Arnal-Gómez, A., Espí-López, G. V., Cano-Heras, D., Muñoz-Gómez, E., Balbastre Tejedor, I., Ramírez-Iñiguez de la Torre, M. V., & Vicente-Herrero, M. T. (2020). Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la tendinopatía del tendón de Aquiles. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 23(2), 211-233. <https://doi.org/10.12961/aprl.2020.23.02.07>
- Cabrera Naranjo, J. A. (2015). Diseño y construcción de un electroestimulador muscular digital. Octubre, 2015, de Escuela Politécnica Nacional Sitio web: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11848/1/CD-6555.pdf>
- Carrera Sánchez, M. (2019). Comparación del tratamiento conservador y quirúrgico en la rotura aguda del tendón de Aquiles. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 13(2), 67-75. <https://doi.org/10.5209/ricp.64722>
- Castro, E. (2019). Las prácticas deportivas grupales como instrumento facilitador de transformación psicosocial en el Consejo Popular Cuba Libre. 2020, de Scielo Sitio web: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpp/v15n3/1996-2452-rpp-15-03-651.pdf>
- Chávez Romero, G. M. (2017). Tratamiento Fisioterapéutico de ruptura del tendón de Aquiles post-quirúrgico. Trabajo de investigación. Lima, Perú. <http://repositorio.uigv.edu.pe/>
- Cid Caballero, D. (2017, junio). Tratamiento quirúrgico versus conservador en rotura aguda del tendón de Aquiles. <https://tinyurl.com/355pz7f6>
- Combinación de ejercicio excéntrico y estimulación eléctrica neuromuscular para mejorar la función del cuádriceps después de la reconstrucción del LCA. *Rodilla*. 2015 Jun;22(3):270-7. doi: 10.1016/j.knee.2014.11.013. Epub 2014 Dic 10. PMID: 25819154; PMCID: PMC4754794.

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

Da Cunha, R. A., Pinfildi, C. E., de Castro Pochini, A., & Cohen, M. (2019).

Photobiomodulation therapy and NMES improve muscle strength and jumping performance in young volleyball athletes: a randomized controlled trial study in Brazil. *Laser in Medical Science*, 35(3), 621-631. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02858-6>

Dalmau Coll, A., Asunción Márquez, J., Sanz, F. J., & Monteagudo de la Rosa, M. (2017). Roturas del tendón de Aquiles. *Revista de pie y tobillo*, 80-93.

Dalmau Coll, A., Asunción Márquez, J., Sanz, F. J., & Monteagudo de la Rosa, M. (2017). Roturas del tendón de Aquiles. *Revista de pie y tobillo*, 80-93. <https://tinyurl.com/jrcnuvj8>

Eliana, N. (2012). Tendinitis de Aquiles en corredores [Libro electrónico]. <https://core.ac.uk/download/pdf/49224079.pdf>

Ferrer Lozano, Yovanny, Oquendo Vázquez, Pablo, Morejón Trofimova, Yanett, & Díaz Torres, Daniel. (2015). Injerto tendinoso y concentrado de plaquetas en ruptura inveterada de tendón de Aquiles. Presentación de un caso. *MediSur*, 13(6), 785-794. Recuperado en 09 de marzo de 2021, de <https://tinyurl.com/bxysndku>

Gilbert Patricio Montalván Ortiz. (2017). Instituto superior de investigación y postgrado de ortopedia y traumatología. 2017, de Google academic Sitio web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10776/1/T-UCE-0006-014.pdf>

Irene López. (2018). Prevención secundaria de la tendinopatía Aquilea en corredores de fondo mediante ejercicios excéntricos: Ensayo clínico aleatorio. 2018, de Google Académico Sitio web: <https://n9.cl/kxtre>

Langeard A, Bigot L, Chastan N, Gauthier A. Does neuromuscular electrical stimulation training of the lower limb have functional effects on the elderly?: A systematic review. *Exp Gerontol*. 2017 May;91:88-98. doi: 10.1016/j.exger.2017.02.070. Epub 2017 Feb 17. PMID: 28216413.

Lepley, L. K., Wojtys, E. M., & Palmieri-Smith, R. M. (2015). Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve biomechanical limb symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Biomechanics*, 30(7), 738-747. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.04.011>

Leversedge, F. J., & Rhode, R. S. (2019). Dedo en gatillo (Trigger Finger) - OrthoInfo - AAOS. OrthoInfo. <https://tinyurl.com/574s32sj>

- López Olivera, P. (2018). Tratamiento quirúrgico frente al conservador para la ruptura aguda del tendón de Aquiles. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 12(1), 45-54. <https://doi.org/10.5209/ricp.57989>
- Madrid, P. (2019, 6 noviembre). Tratamiento de la rotura del tendón de Aquiles, rehabilitación y fisioterapia. Rehabilitación Premium Madrid. <https://tinyurl.com/brr9zwsu>
- Mansur, Nacime Salomão Barbachan, Fonseca, Lucas Furtado, Matsunaga, Fábio Teruo, Baumfeld, Daniel Soares, Nery, Caio Augusto de Souza, & Tamaoki, Marcel Jun Sugawara. (2020). Achilles Tendon Lesions – Part 2: Ruptures. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 55(6), 665-672. Epub February 03, 2021. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702948>
- Martí, M. R., Pérez, M., Burgaya, A., Calvet, P., & Gondolbeu, A. (2015). Anatomía aplicada a la cirugía de los tendones flexores. *Revista Iberoamericana de Cirugía de la Mano*, 43(02), 128-134. <https://doi.org/10.1016/j.ricma.2015.08.001>
- Minetto, M. A., Fior, S. D., Busso, C., Caironi, P., Massazza, G., Maffiuletti, N. A., & Gamma, F. (2021). Effects of neuromuscular electrical stimulation therapy on physical function in patients with COVID-19 associated pneumonia: Study protocol of a randomized controlled trial. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 21, 100742. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2021.100742>
- Mitjavila, J. (2020, 26 agosto). *ANATOMÍA DEL TENDÓN*. Rehabilitación Premium Madrid. <https://n9.cl/a7b79>
- Nussbaum, E. L., Houghton, P., Anthony, J., Rennie, S., Shay, B. L., & Hoens, A. M. (2017). Neuromuscular Electrical Stimulation for Treatment of Muscle Impairment: Critical Review and Recommendations for Clinical Practice. *Physiotherapy Canada*. *Physiotherapie Canada*, 69(5), 1–76. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-88>
- Pacheco López, R. C. (2017). Reparación aguda de los tendones flexores. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 27-36. <https://doi.org/10.4321/S0376-78922017000300007>

Revisión bibliográfica del uso de la electrogimnasia en la recuperación de atletas de élite con ruptura del tendón de Aquiles

Patricia López Olivera. (2016). Tratamiento quirúrgico frente al conservador para la ruptura aguda del tendón de Aquiles. 2016, de Elsevier Sitio web: 62341-Texto del artículo-4564456558653-3-10-20190117 (8).

Pérez-Fuentes, M. C., Molero, M.M., Gázquez, J. J., Barragán, A.B., Martos, A., & Pérez-Esteban, M. D. (2016). Cuidados, aspectos psicológicos y actividad física en relación con la salud (Vol. 2) [Libro electrónico]. ASUNIVEP.

<https://tinyurl.com/fdu6rbw>Rosero, D., & Moreno, F. (2016). Aspectos histológicos y moleculares del tendón como matriz extracelular extramuscular. *Salutem Scientia Spiritus*, 122-135.

http://femede.es/documentos/Histologia_insercion_tendinosa_XXJITrauma.pdf

Ryosuke Nakanishi. (2020). El efecto de la estimulación eléctrica neuromuscular sobre la actividad EMG muscular y la tasa de fase inicial del desarrollo de la fuerza durante las contracciones tetánicas en los músculos extensores de la rodilla de varones adultos sanos. 2020, de Pubmed Sitio web:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7814212/>

Sáenz, R. V. (2018, 9 agosto). El aparato flexor de la mano: revisión de su anatomía y biomecánica. Fisiocampus. <https://tinyurl.com/38kukv8k>