PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

PLAN DE DISERTACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA

TEMA: EFECTO DE LA MICROELECTRÓLISIS PERCUTÁNEA (MEP) SOBRE EL DOLOR Y LA FUNCIONALIDAD DE RODILLA EN PACIENTES CON TENDINOPATÍA ROTULIANA CRÓNICA QUE ACUDEN AL CENTRO DE FISIOTERAPIA DE LA PUCE EN EL PERIODO JULIO-AGOSTO DEL 2019.

ELABORADO POR: ESTEBAN FRANCISCO ULLOA PICO

QUITO, FEBRERO 2020

Agradecimiento

El siguiente plan de disertación va dirigido aquellas personas que ayudaron a formar los pilares que hora me conforman como persona y como profesional.

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por brindar las herramientas necesarias para poder llegar a este día tan especial.

A mis docentes, profesionales, que me facilitaron todos los conocimientos y experiencias que hicieron de mi un profesional listo para cumplir con mi objetivo de vida, sobre todo aquellos que ayudaron a realizar esta investigación Dr. Patricio Donoso, Danilo Esparza, PhD y Mgtr. Pedro Figueroa.

A las personas que conforman el centro de rehabilitación de la PUCE, Wen, Li, Pablo, grandes amigos que aportaron sus conocimientos y sabiduría tanto en el ámbito profesional como en el de vida, los cuales me hicieron crecer como persona con temple y criterio.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación aquellas personas que estuvieron a mi lado durante todo el trayecto de mi vida universitaria, cuyos esfuerzos y sacrificios permitieron que llegue al final de esta maravillosa etapa de vida.

A mi papá, Marco, en el cielo, que influyó en mí desde mi nacimiento para ser la persona responsable que soy en día con su ejemplo de responsabilidad, temple, cariño y cuidado que me brindó hasta el día de su partida.

A mi mamá, Yolanda, todo un ejemplo de persona, por todo el amor y el cariño que me brindó en los días difíciles, las palabras de aliento que me impulsaban a seguir adelante y me motivaba para no rendirme para poder ser alguien en la vida.

A mi hermano, Marco, que siempre ha estado ahí para mí, el cual me brindó sabiduría y enseñanzas para ser una buena persona, cuyo apoyo, cariño, sacrificios y esfuerzos hicieron este día posible.

A mi compañera de risa, peleas, llanto y gozo, la cual me apoyó desde el día que nos conocimos, que impulsó a que no me rinda y siempre dar lo mejor de mí, aunque este todo perdido y en gran parte ayudó a que llegara hasta el final de esta etapa de vida.

Resumen

Objetivo: Determinar el efecto de la Microelectrólisis percutánea "MEP" sobre el dolor, la funcionalidad y el rango de movimiento de la rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

Material y métodos: Veinte pacientes entre 20 y 40 años (Promedio=28; DE=11,31) fueron repartidos aleatoriamente en dos grupos. Un control (GC) que recibió fisioterapia convencional y un grupo experimental (GE) que recibió fisioterapia convencional y MEP. Los dos grupos fueron evaluados con la escala EVA (dolor), la VISA-P (funcionalidad) y el programa Kinovea (rango de movimiento).

Resultados: El análisis estadístico mostró una disminución significativa del dolor en el GC y en GE (p=0,01, p=0,04, respectivamente). También existió un aumento significativo en la funcionalidad (p=0,01, p=0,01) y en el rango de movimiento (p=0,01, p=0,01). Todos estos cambios fueron más importantes en el GE que en el GC.

Conclusión: La aplicación de la MEP junto con un programa convencional de fisioterapia es más efectiva disminuyendo el dolor (22%), aumentando la funcionalidad (62%) y el rango de movimiento (53%) que la aplicación aislada de un programa de fisioterapia convencional.

Palabras Clave: MEP, dolor, funcionalidad, rango de movimiento, tendinopatía rotuliana.

Abstract

Objective: To determine the effect of MEP on pain, functionality and range of knee motion in patients with chronic patellar tendinopathy.

Material and methods: Twenty patients between 20 and 40 years, with an average of 28 and standard deviation of 11.31, were randomly divided into two groups. One control (GC) received conventional physiotherapy and the experimental group (GE) received conventional physiotherapy and MEP. It was evaluated with the EVA (pain), VISA-P (functionality) and Kinovea (range of motion).

Results: Statistical analysis showed a significant decrease in pain in the GC and in GE ($p = 0.01$, $p = 0.04$, respectively). There was a significant increase in functionality ($p = 0.01$, $p = 0.01$) and in the range of motion ($p = 0.01$, $p = 0.01$). A better result was observed in the GE.

Conclusion: The GE was more effective in 22% to reduce pain, 62% to increase functionality and 53% to increase the range of motion of the knee than the GC.

Key words: MEP, pain, functionality, range of motion, patellar tendinopathy.

ÍNDICE

1 CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN 1

1.1 Tema 1

1.2 Planteamiento del problema 1

1.3 Justificación 3

1.4 Objetivos 4

1.4.1 Objetivo general 4

1.4.2 Objetivos específicos 4

1.5 Hipótesis 5

1.6 Operalización de las variables 5

1.7 Metodología 7

1.7.1 Tipo de estudio 7

1.7.2 Universo 7

1.7.3 Muestra 7

1.7.4 Participantes 7

1.8 Criterios de inclusión y exclusión 8

1.8.1 Inclusión 8

1.8.2 Exclusión 8

1.9 Fuentes 8

1.10 Instrumentos 8

1.11 Técnicas 10

1.12 Protocolos de tratamiento 12

1.12.1 Protocolo de terapia convencional 12

1.12.2 Protocolo MEP 13

1.13 Análisis de datos 14

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 15

2.1 Tendón rotuliano 15

2.1.1 Histología del tendón 16

2.1.2 Biomecánica 16

2.1.3 Inervación 17

2.1.4 Irrigación 17

2.1.5 Fisiología de reparación del tendón 18

2.2 TENDINOPATÍA 19

2.2.1 Definición 19

2.2.2 Dolor 20
2.2.3 Factores de riesgo 21
2.2.4 Etiología y fisiopatología 23
2.2.5 Prevalencia e incidencia de las tendinopatías 24
2.2.6 Clasificación de la tendinopatía 25
2.3 MICROELECTRÓLISIS PERCUTÁNEA 27
2.3.1 Historia 27
2.3.2 Concepto y definición de la MEP 27
2.3.3 Efectos 28
2.3.4 Indicaciones de la MEP 28
2.3.5 Contraindicaciones 29
2.3.6 Precauciones 30
3 CAPÍTULO III: RESULTADOS 31
3.1.1 Dolor 31
3.1.2 Funcionalidad 32
3.1.3 Rango de movimiento 32
3.2 Discusión 33
3.2.1 Dolor 34
3.2.2 Funcionalidad 34
3.2.3 Rango de movimiento 35
4 REFERENCIAS 36
5 ANEXOS 42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Anatomía de la rodilla. Recuperado de (Elsevier Connect., 2019) 15

Gráfico 2: Irrigación de la rodilla. Recuperado de (Franco, 2011) 18

Gráfico 3: Resonancia magnética del tendón rotuliano que muestra un gran incremento de intensidad de señal en comparación con el resto del tendón. Corresponde con tendinosis. Recuperado de (Khan, Cook, & Maffulli, 2003)..... 20

Gráfico 4: Ángulo Q. Recuperado de (Muñoz, 2015). 22

Gráfico 5: Síndrome de Osgood Schlatter. Recuperado de (Hegg, 2018)..... 25

Gráfico 6: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento del dolor entre el grupo experimental y el grupo control..... 31

Gráfico 7: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento de funcionalidad entre el grupo control y el grupo experimental..... 32

Gráfico 8: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento de rango de movimiento entre el grupo experimental y el grupo control 33

1. CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Efecto de la Microelectrólisis percutánea (MEP) sobre el dolor y la funcionalidad de rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica que acuden al centro de fisioterapia de la PUCE en el periodo Julio-Agosto del 2019.

1.2 Planteamiento del problema

Uno de los componentes músculo-esqueléticos más fuerte del cuerpo humano es el tendón rotuliano, el cual posee de 4 o 5 centímetros de largo, 3 cm de ancho y alrededor de 1 cm de grosor. Es esencial para los movimientos de flexo-extensión de rodilla, ya que forma parte del músculo cuádriceps (vasto interno, vasto externo, vasto medial y recto anterior). Así, el tendón rotuliano es una estructura fundamental para mantenerse de pie frente a la gravedad, necesario para caminar, correr y saltar (Gómez, 2016).

La tendinopatía rotuliana crónica es una lesión músculo-esquelética (Frauendorf et al., 2015). Se trata de un proceso deficiente de regeneración (Abat et al., 2014), caracterizada por la degeneración del tendón por presencia de roturas y desorden de las fibras de colágeno, degeneración de las células tendinosas y aumento de la matriz celular sin colágeno (Gómez, 2016). Representa grandes problemas clínicos, tanto para cirujanos ortopedistas como para profesionales de la rehabilitación deportiva refiere Zayni et al., (2015).

La tendinopatía rotuliana crónica es provocada por un sobreuso de los músculos extensores de la rodilla (Zayni et al., 2015), afectando tanto a deportistas como a personas que realizan actividades repetitivas, representando del 30 al 50% de todas las lesiones deportivas, incrementando la morbilidad así como el gasto sanitario refiere Sànchez-Ibàñez et al., (2015).

Clínicamente, la tendinopatía rotuliana crónica se caracteriza por dolor en la parte anterior de la rodilla, dolor a la palpación, presencia de hipersensibilidad en el polo inferior de la rótula y pérdida de la funcionalidad (Abat et al., 2014). El dolor de rodilla por tendinopatía rotuliana crónica es un problema común que se observa en las clínicas ambulatorias dedicadas a tratar trastornos músculo esqueléticos, teniendo un amplio diferencial, y que a menudo son generalizados por los médicos como condromalacia rotuliana y / o síndrome patelofemoral refiere King et al., (2019).

La fisiopatología del dolor crónico en el tendón es confusa. Hasta hace unos años se consideraba que el dolor crónico rotuliano se caracterizaba por la presencia de un componente inflamatorio (Gómez, 2016). Actualmente, varios estudios establecen que dentro de la tendinopatía rotuliana crónica no existe presencia de células inflamatorias ni presencia de un trastorno degenerativo, mientras que otros estudios muestran la existencia de mediadores inflamatorios. El debate sigue estando presente, no obstante es posible que estos procesos actúen de forma paralela en ciertos momentos (Padrón & Rojas, 2016).

Una técnica médica y terapéutica que va ganado relevancia científica en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana crónica es la Microelectrólisis percutánea (MEP) (Abat et al., 2014). La MEP es una técnica invasiva, que se basa en la aplicación de corriente galvánica, de baja intensidad, en microamperios, atravesando la piel con ayuda de una aguja (Micro electrólisis percutánea, n.d.)

La corriente galvánica es una corriente ininterrumpida que poseen múltiples usos terapéuticos dentro de la rehabilitación refiere Padrón & Rojas, (2016); uno de ellos es la analgesia (Moreno et al., 2017). Esta corriente refleja el paso ininterrumpido de la carga eléctrica en un conductor de dos puntos que no altera su polaridad. A diferencia de la corriente interrumpida que siempre va en un solo sentido (Padrón & Rojas, 2016).

Además la MEP provoca una inflamación controlada específicamente en la zona a tratar, produciendo una activación molecular y celular, que da paso a una fagocitosis (Sànchez-Ibàñez et al., 2015), para Abat et al., (2014) generando una acelerada reparación del tendón.

A pesar de los buenos resultados en el tratamiento de la tendinopatías rotuliana crónica, solamente pocos estudios han sido realizados empleando la MEP, (Sànchez-Ibàñez et al., 2015). Así que el objetivo de este estudio es verificar el efecto de la MEP sobre el dolor y la funcionalidad de la rodilla en pacientes con tendinopatía crónica, que acuden al centro de fisioterapia de la PUCE.

1.3 Justificación

Las alteraciones músculo tendinosas son lesiones que van en un auge debido a la práctica deportiva y trabajos, donde se le sobre esfuerce al tendón. La prevalencia de estas lesiones va a depender de los cuidados y precauciones que se tengan antes de realizar algún tipo de acción de alto impacto para el tendón.

La tendinopatía rotuliana crónica es producida por un sobreuso. Su incidencia se presenta tanto en el ambiente laboral como deportivo, siendo más frecuente en el segundo, convirtiéndola en una de las principales causas de consultas médicas según Basas, (2017).

Su fisiopatología actual demuestra una carencia de mediadores inflamatorios con un incremento de cambios degenerativos (Padrón & Rojas, 2016).Teniendo en cuenta este antecedente, es importante enfocar un plan de tratamiento con técnicas que nos permitan la regeneración de tendón, ya que hoy en día el tratamiento de una tendinopatía rotuliana está enfocado a disuadir los síntomas inflamatorios con una falta de evidencia en su efectividad según Sánchez Sánchez, (2011).

Sin embargo, en la actualidad existen técnicas novedosas de fisioterapia enfocadas a la tendinopatía rotuliana crónica, como la Microelectrólisis percutánea (MEP). La MEP es una técnica que produce una inflamación controlada permitiendo la fagocitosis y así una regeneración del tejido afectado del tendón (Padrón & Rojas, 2016). La MEP posee trabajos publicados de calidad y contenido sólido, pero aún no son suficientes para formar criterios de sobre su uso, resultados y beneficios.

En este trabajo de disertación se pretende demostrar el efecto de la MEP en la mejoría del dolor y de la funcionalidad en pacientes con tendinopatía crónica. Además, se busca contribuir con información científica que compruebe la efectividad del tratamiento con la MEP, mejorando el tratamiento para la tendinopatía rotuliana, brindando una gran relevancia en la asistencia clínica de los pacientes y por otro lado una gran ventaja debido a los gastos que conlleva la atención socio- sanitaria a los pacientes que la padecen.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar el efecto del Microelectrólisis percutánea (MEP) sobre el dolor y la funcionalidad de la rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el dolor subjetivo en la rodilla en pacientes con tendinitis rotuliana crónica a través de la escala visual analógica (EVA).
- Medir los arcos de movimiento de la rodilla en pacientes con tendinitis rotuliana crónica a través del programa Kinovea.
- Cuantificar la funcionalidad de rodilla en pacientes con tendinitis rotuliana crónica a través de la escala VISA-P.

1.5 Hipótesis

La Microelectrólisis percutánea (MEP) es más eficaz que la aplicación aislada de la fisioterapia, disminuyendo el dolor y mejorando la funcionalidad y el rango de movimiento de pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

1.6 Operalización de las variables

Variable	**Definición Conceptual**	**Dimensiones**	**Definición Operacional**	**Indicadores**	**Escala**
Dolor	Experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular presente (Cid et al., 2014).	* Agudo * Crónico	* Dolor de inicio repentino, duración breve en el tiempo y con remisión paralela a la causa que lo produce (Zas et al., 2013). * Dolor que se extiende más de 3 o 6 meses desde su aparición (Zas et al., 2013).	0-3: leve 4-7: moderado 8-10: intenso	Cuantitativa discreta
Rango de movimiento	Número de grados a través del cual una articulación es capaz de	Activo Pasivo	* Todo esfuerzo realizado por el paciente. (Elizondo et al, 2017). * Todo el movimiento	Flexión: 120°: normal Menor a 120°: limitado	Cualitativa ordinal

	moverse. (Peña, Gómez, Vargas, Mejía, & Máynez, 2018)		realizado por el fisioterapeuta (Elizondo et al., 2017).		
Funcionabilidad	Conjunto de capacidades que le permiten a un individuo realizar independientemente las actividades para satisfacer sus necesidades (Pertuz & Landazábal, 2018)	Movilidad	Sintomatología de la tendinopatía patelar y su impacto dentro de la actividad física (Maffulli et al., 2008)	0-50: paciente no funcional 50-100: paciente funcional	Cuantitativa discreta
Microelectrólisis	Técnica terapéutica invasiva, que	Microamperio (De	Cantidad de corriente galvánica	Tendinopatía rotuliana (De Paula, 2017).	Cuantitativo Ordinal

percutánea	consiste en la aplicación de corriente galvánica continua (De Paula, 2017).	Paula, 2017).	aplicada (De Paula, 2017).		

1.7 Metodología

1.7.1 Tipo de estudio

El siguiente estudio es experimental, prospectivo y longitudinal.

1.7.2 Universo

Pacientes de 20 a 40 años que presenten tendinitis rotuliana crónica.

1.7.3 Muestra

Pacientes de 20 a 40 años que acuden al centro de fisioterapia de la PUCE, que presenten tendinitis rotuliana crónica.

1.7.4 Participantes

Veinte pacientes entre 20 y 40 años del centro de fisioterapia de la PUCE fueron reclutados a través de una carta que se les envió para invitarlos a participar en el experimento.

Los pacientes fueron repartidos en dos grupos de manera aleatoria. El primer grupo, se denominó control (GC), y recibió un tratamiento de fisioterapia convencional, mientras que el segundo grupo se denominó experimental (GE), y recibió un tratamiento convencional fisioterapia más la aplicación de la técnica MEP.

Todos los pacientes firmaron una carta de consentimiento informado. Este protocolo fue sometido al comité de ética de la universidad. Además, este estudio respetó los derechos de las personas para la participación en experimentos según la declaración de Helsinki.

1.8 Criterios de inclusión y exclusión

1.8.1 Inclusión

- Entre 20 y 40 años
- Dolor presente en la parte anterior de la rodilla
- Personas que acudan al centro de fisioterapia de la PUCE

1.8.2 Exclusión

- Pacientes con trastorno de sensibilidad en la rodilla
- Pacientes que hayan sido intervenidos quirúrgicamente del tendón rotuliano
- Pacientes que no terminen las sesiones de fisioterapia

1.9 Fuentes

Fueron utilizadas fuentes primarias de información para la búsqueda de literatura científica como: PEDro, PubMed, Scielo. Se identificaron y usaron palabras fundamentales para la búsqueda como, por ejemplo: tendón rotuliano, MEP, EPI, lesiones tendinosas. Se redujo a la búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados y artículos científicos publicados.

1.10 Instrumentos

Para este estudio se utilizaron 3 instrumentos de medición:

1) **El programa Kinovea**:

Empleado para medir los rangos de movilidad de la rodilla. Este programa gratuito es utilizado para realizar ciertas mediciones cinemáticas como el ángulo de movimiento, la distancia y comparar gestos motores. Generalmente es empleado para analizar, comparar y evaluar deportes y entrenamientos (Hanisah et al., 2017). Este software de libre uso, fue diseñado por el laboratorio de biomecánica de *Shibaura Institute of Technology*, Japón. (Hanisah et al., 2017). La última versión disponible es Kinovea.Setup.0.8.15.exe actualizada en 2019, para Windows 7 (Hanisah et al., 2017). El programa Kinovea utiliza una cámara marca Canon, modelo 1100D que posee un sensor de 12.2 megapíxeles, con tamaño APS-C y tecnología CMOS con un Kit con objetivo 18 -55 mm, tiene una pantalla de 2.7 pulgadas, estabilizador de imagen óptico y graba de vídeo 720p HD (Canon, n.d.). En este estudio se utilizó la versión del programa Kinovea y la cámara Canon, previamente detallados, para medir el rango de movimiento de la rodilla antes y después del tratamiento. La manera exacta de cómo se realizó la medición está disponible en el segmento "Técnicas".

2) La escala visual analógica (EVA)

Fue utilizada para medir el dolor subjetivo de la rodilla. La EVA es un instrumento eficiente para medir el dolor. Esta escala consiste de una regla que contiene 2 caras, (una para el paciente y otra para el terapeuta) y un cursor que moviliza el paciente. La cara que se muestra al paciente consiste en una línea recta de 10 cm con las palabras "sin dolor" en el extremo del lado izquierdo y "el peor dolor imaginable" en el extremo del lado derecho. El paciente debió mover el cursor y marcar en la línea la cantidad de dolor que siente. La cara que se muestra al terapeuta consiste de una regla en cm que señala de 0 a 10 la cantidad de dolor que señalo el paciente (Cid et al., 2014). Se midió el dolor de la rodilla a los pacientes antes y después de la aplicación del tratamiento. La manera exacta de cómo se realizó la medición está disponible en el segmento "Técnicas".

3) La escala VISA-P

Adaptada al español, se utilizó para medir la funcionabilidad de la rodilla. Es un cuestionario desarrollado por *Victorian Institute of Sport Assessment*, de Austria, en 1988. Usada para evaluar la sintomatología de la tendinopatía patelar y su impacto dentro de la actividad física (Maffulli et al., 2008). El puntaje VISA-P varía de 0 a 100 puntos en 8 subdivisiones, en donde 100 es el mayor puntaje, significará que el paciente no presenta ningún síntoma y es completamente funcional, en cambio 0 es el menor puntaje, que significará que el paciente es sintomático y no funcional para Abat et al., (2014). Se midió la funcionabilidad de la rodilla a los pacientes antes y después de la aplicación del tratamiento. La manera exacta de cómo se realizó la medición está disponible en el segmento "Técnicas"

1.11 Técnicas

1) Programa Kinovea:

Este programa se utilizó para valorar el ROM de la rodilla siguiendo el siguiente protocolo:

a) Para realizar la medición de la amplitud de movimiento de rodilla el paciente deberá estar:

- Con ropa cómoda
- En bipedestación
- En el eje sagital, a una distancia de 1 metro con respecto a la cámara del programa Kinovea, que estará suspendida sobre un trípode a la altura de 65cm.
- Realizar el patrón de movimiento que se le indique por parte del fisioterapeuta

b) Para realizar la medición de la amplitud de movimiento de rodilla el fisioterapeuta deberá estar:

- En sedestación, frente de la cámara del programa Kinovea

2) La escala visual analógica (EVA)

Esta escala fue utilizada para medir el dolor subjetivo de la rodilla del paciente siguiendo el siguiente protocolo:

a) Para realizar la medición del dolor de la rodilla el paciente deberá estar:

- En sedestación, cómodamente, de frente al fisioterapeuta
- Atento, respondiendo la escala del dolor EVA

b) El fisioterapeuta deberá estar atento, completando la escala del dolor.

3) La escala VISA-P

Esta escala fue utilizada para cuantificar la funcionabilidad de la rodilla del paciente siguiendo el siguiente protocolo:

a) Para realizar la medición de la funcionalidad de rodilla el paciente deberá estar:

- Con ropa cómoda
- En bipedestación, dentro de una parte amplia, para comenzar las actividades de la escala visa-p
- Atento, empezar a realizar las indicaciones de la escala

b) Para realizar la medición de la funcionabilidad de rodilla el fisioterapeuta deberá estar:

- En bipedestación, dentro de una parte amplia, para indicar las actividades de la escala visa-p

- Atento, enumerando las indicaciones de la escala visa al paciente

1.12 Protocolos de tratamiento

El protocolo de tratamiento del GC consta de técnicas convencionales junto a ejercicios excéntricos. Son técnicas incluidas en programas actuales de rehabilitación en los centros de fisioterapia.

El protocolo de tratamiento del GE aborda tanto las técnicas convencionales más la MEP.

El estudio está programado para duración máxima de 6 semanas para los dos grupos.

1.12.1 Protocolo de terapia convencional

El siguiente protocolo consiste en técnicas de fisioterapia convencionales, se aplicó al GC, 1 día a la semana durante 6 semanas. (Sánchez Sánchez, 2011)

Cada sesión incluye:

- Movilizaciones de rótula: Deslizamientos en sentido proximal-distal, medial-lateral. 3 series de 10 movilizaciones. (Pruna et al., 2013)

- Terapia manual: Masaje de descarga durante 10 minutos en el músculo cuádriceps. (Pruna, Medina, Rodas, & Artells, 2013).

- Ejercicios excéntricos: Se realizó 3 series de 15 repeticiones de la rodilla a tratar sobre un plano de 25° de inclinación. La sentadilla se la realizó de manera lenta y progresiva. El movimiento de pie hacia la sentadilla provoca que el músculo y el

tendón se carguen excéntricamente. No se realizó movimiento concéntrico, ya que, se indica el uso de la pierna sana para volver a la posición de pie. (Dimitrios, Pantelis, & Kalliopi, 2012)

- Estiramientos: Se realizó estiramientos de tensión activa de los cuádriceps, se aplicará 3 series de estiramiento de 45 segundos de la pierna a tratar. (Pruna et al., 2013).

1.12.2 Protocolo MEP

El siguiente protocolo consiste en la terapia convencional, posteriormente descrita, más la MEP y se lo aplicó al GE , 1 sesión por semana durante 6 semanas (Sánchez Sánchez, 2011) .

La técnica de la MEP se la realizó con parámetros de asepsia bajo el polo distal de la rótula. Se utilizaron agujas de acero inoxidable de .025 de grosor y de 25 mm de longitud a una angulación de 45°, sobre las fibras profundas del tendón en la porción de su entesis en el polo inferior de la rótula. En cada sesión se aplicó tres impactos de 1 minuto a 350 microamperios sobre las fibras del tendón a nivel del polo distal de la rótula (Garrido & Muñoz, 2017).

El método de aplicación se realizó:

a) Posición del paciente

   - Decúbito supino, con ropa cómoda, sobre una camilla
   - La rodilla a tratar en ligera flexión (aproximadamente 20°)

b) Posición del fisioterapeuta

   - En sedestación

- Lateral al paciente, de lado de la rodilla a tratar
- Con atención tanto al paciente como al sistema MEP

1.13 Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico *Statistics* 8.1, para Windows 10 y se eligió un valor de $p<0,05$ como nivel de significación estadística. Se realizó un Anova a medidas repetidas (2 grupos X 2 mediciones), para analizar las diferencias intergrupos e intragrupos en todas las variables evaluadas (dolor, funcionalidad y rango de movimiento).

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Tendón rotuliano

El tendón rotuliano, es uno de los componentes extensores de rodillas junto con el tendón cuadricipital, rótula y el músculo cuádriceps, cuya función fundamental es originar movimiento mediante la transferencia de energía, por medio de la fuerza. (Vergara & Castro, 2014).

Este tejido se forma a partir de las moléculas de tropocolágeno, formadas por colágeno tipo I, que posteriormente se unirán y formarán las fibrillas, compuestas por cinco moléculas de tropocolágeno. Luego estas fibrillas formarán haces paralelos bordeados de la sustancia fundamental, denominadas fibras, después estas fibras serán encerradas en un tejido conectivo llamado haz primario o endotendón, seguidamente se formará un fascículo o haz secundario, que estará conformado por unidades autónomas de vasos, nervios, linfa y haces primarios. Finalmente, los fascículos formarán un tendón (Díaz, 2015).

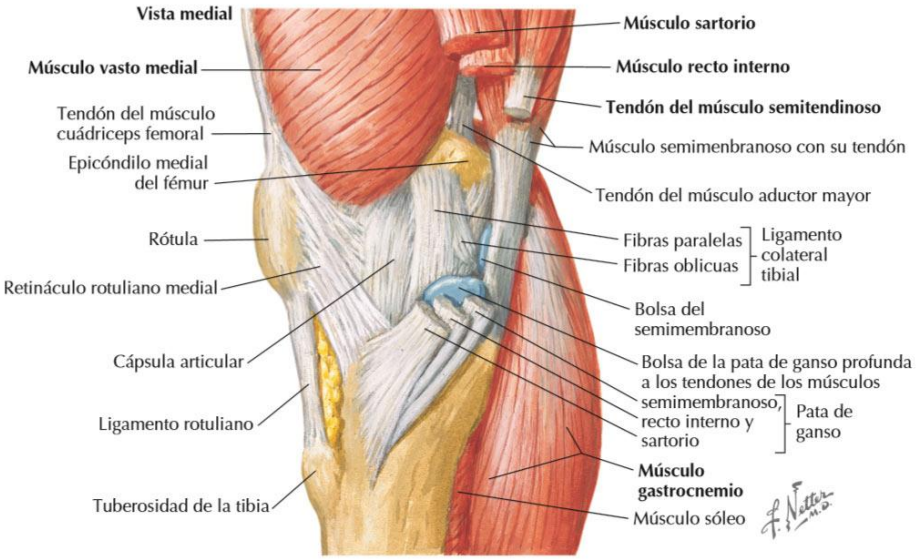


Gráfico 1: Anatomía de la rodilla. Recuperado de (Elsevier Connect., 2019)

2.1.1 Histología del tendón

El tendón está comprendido histológicamente por múltiples elementos, como son: 1) Fibroblastos: células que se encuentran en gran cantidad dentro del tendón, mediadores en la reparación tendinosa (Díaz, 2015). 2) Colágeno I: Abundante dentro del tendón, este posee un mayor diámetro y se entrecruzan en haces densos. 3) Colágeno III: este se presenta en menor cantidad, posee un menor diámetro y se entrecruzan en haces reticulares y sueltos (Díaz, 2015; Rosero & Freddy, 2016). 4) Matriz Extracelular: conocida como sustancia fundamental creada por los osteoblastos, regula y ordena el colágeno. 5) Elastina: proporcionan elasticidad al tendón, alongándose hasta un 70%. 6) enlaces cruzados: son puentes producto de reacciones de las enzimas, que unen moléculas de tropocolágeno, las cuales proporcionan resistencia (fuerza tensil colágena) (Díaz, 2015).

Tiene tres partes anatómicas a lo largo de este: 1) Unión miotendinosa: es el enlace del músculo al tendón. 2) Cuerpo del tendón: parte medial del tejido. 3) Unión osteotendinosa: es el enlace del tendón al hueso (Díaz, 2015).

2.1.2 Biomecánica

El tendón rotuliano es la estructura anatómica final del aparato extensor de la rodilla, la cual, se origina en el músculo cuádriceps sigue con el tendón cuadricipital, pasa sobre la rótula y termina en con el tendón rotuliano insertándose en la tuberosidad anterior de la tibia traccionándola mediante la fuerza producida por la musculatura del cuádriceps, extendiendo la rodilla, generando una ligera traslación de la tibia hacia anterior (Jurado & Medina, 2008).

El estrés producido por las contracciones del cuádriceps provocan estrés, comúnmente, en la unión osteotendinosa del polo inferior de la rótula, generando dolor en dicha zona, producido por los micro desgarros (Jurado & Medina, 2008).

Una posible causa de la tendinopatía rotuliana es la acción del músculo biarticular, recto anterior, cuya función actúa sobre la rodilla y la cadera, ya que las lesiones tendinosas tienden a ocurrir con más facilidad en musculaturas que actúan en dos articulaciones como por ejemplo: tendón de Aquiles, bíceps crural, epicondileos y epitrocleares (Jurado & Medina, 2008).

La tensión generada por la tracción por el tendón, es pareja en toda la zona del tendón cuando la rodilla está extendida. Pero cuando hay una flexión de rodilla de 45° el tendón se tensiona al máximo, especialmente en el pico de la rótula y tercio central. Pasado los 45° de flexión de rodilla la tensión disminuye (Jurado & Medina, 2008).

2.1.3 Inervación

La inervación del tendón rotuliano proviene de diminutas derivaciones del nervio poplíteo según Jurado & Medina, (2008). El tendón rotuliano posee terminaciones nerviosas sensoriales que son inervaciones totalmente aferentes que se forman contiguo a la unión miotendinosa. Estas terminaciones nerviosas se dividen en cuatro tipos: 1) Corpúsculos de Ruffini: responden de manera lenta a los cambios de presión. 2) Corpúsculos de Pacini: responden de manera rápida a los movimientos de aceleración y desaceleración. 3) Terminaciones de Golgi: mecanorreceptores que responden a las deformaciones a la elongación y contracción de tejidos. 4) Terminaciones nerviosas libres: responden lentamente al dolor. (Díaz, 2015; Sanchez-Ibánez, 2012).

2.1.4 Irrigación

Siendo una estructura avascular suple sus necesidades metabólicas mediante la zona miotendinosa y el músculo que les brinda un aporte sanguíneo a haces secundarios tendinosos y este aumenta cuando realiza ejercicio y se prolonga desde los vasos del periostio (Díaz, 2015; Rosero & Freddy, 2016). Lo que significa que la tasa metabólica del tendón está restringida y depende de otros tejidos, por lo que el tiempo de reparación

del tendón es mucho más lento a comparación del tejido muscular; puede durar entre 50 a 100 días. La arteria principal que irriga al tendón es la arteria poplítea, que se anastomosa en la cara lateral y medial del tendón, y una ramificación de la arteria tibial anterior (Sanchez-Ibánez, 2012).

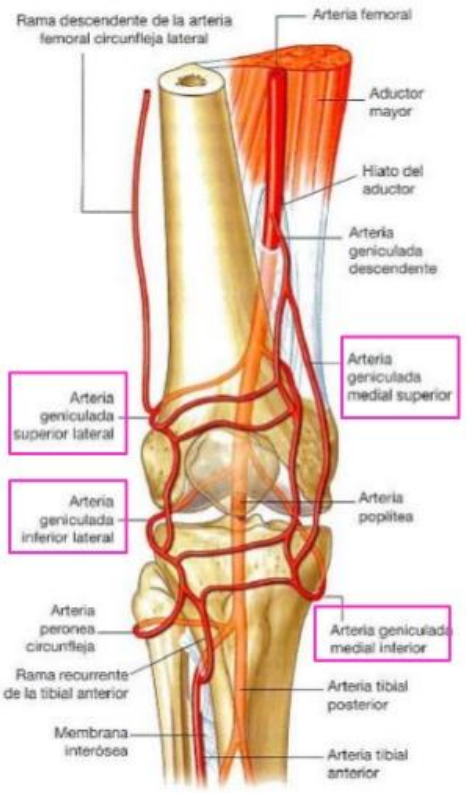


Gráfico 2: Irrigación de la rodilla. Recuperado de (Franco, 2011)

2.1.5 Fisiología de reparación del tendón

Dentro del mecanismo de reparación del tendón hay varias fases sucesivas que dan lugar al completo reparo del tejido, estas fases son:

- Inflamatoria: esta es la primera etapa que sucede después de la hemorragia, en donde aparece un coágulo inflamatorio con el propósito de eludir un derrame. Con ayuda de la fibrina se detiene la hemorragia debido a que hace la sangre más viscosa.

- Proliferativa: esta fase inicia luego de 24 horas de la lesión, en donde se encuentra células reparadoras que formará un tejido de granulación y este iniciará un mecanismo de reparación que puede durar de 24 horas a 7 días.

- Remodelación: alrededor de las 30 semanas ocurre esta fase, el tejido obtiene gradualmente una semejanza del tejido normal.

2.2 TENDINOPATÍA

2.2.1 Definición

Para Van Rijn et al., (2017) la tendinopatía se la define como una enfermedad crónica provocada por un sobre uso del tendón. Este término es empleado para referirse al dolor en el tendón, resultado de una alteración. Dentro de esta palabra existen otros términos como tendinitis y tendinosis. La tendinitis se refiere a una lesión provocada por un trauma que se caracteriza por la inflamación, mientras que la tendinosis se refiere a una lesión por degeneración, incremento de fibroblastos y un desorden de colágeno. Además, la tendinosis se encuentra caracterizada por tres elementos: 1) puede no haber dolor ya que no hay células inflamatorias. 2) no hay secuencia y organización en las fibras de colágeno ya que se encuentran dañadas, necrosadas o seccionadas. 3) incremento del flujo sanguíneo y producción de células no inflamatorias. (Cardoso, Pizzari, Kinsella, Hope, & Cook, 2019).



Gráfico 3: Resonancia magnética del tendón rotuliano que muestra un gran incremento de intensidad de señal en comparación con el resto del tendón. Corresponde con tendinosis. Recuperado de (Khan, Cook, & Maffulli, 2003).

2.2.2 Dolor

En cuanto al dolor, puede o no estar presente (Cardoso, Pizzari, Kinsella, Hope, & Cook, 2019), es decir puede cesar completamente mientras el paciente se encuentre realizando ejercicio (Khan, Cook, & Maffulli, 2003), entonces el tendón en sí no puede ser el causante del dolor (Cardoso, Pizzari, Kinsella, Hope, & Cook, 2019). No obstante, con el tiempo el dolor exacerba, lo que causa impedimento y limitación en las actividades de la vida diaria según Khan et al., (2003). Este dolor puede aparecer en las etapas agudas de la patología, ubicándose en la cara anterior de la rodilla.

La vía nocioceptiva no está clara, pero engloba un mecanismo periférico o central y un mecanismo de percepción de carga ineficaz. También puede ser ocasionado por una alteración en la percepción del dolor, denominada hiperalgesia primaria o en algunas ocasiones, este dolor puede aparecer en la extremidad contraria (Cardoso, Pizzari, Kinsella, Hope, & Cook, 2019).

2.2.3 Factores de riesgo

Según existen factores tanto internos como externos que se relacionan entre sí (Alonso & Muriarte, 2013; Rabello et al., n.d.).

Internos como:

- **Desalineación del pie tobillo y pierna**: en la tendinopatía se encuentra una asociación a causa biomecánicas, como, por ejemplo: genu-flexum, genu-recurvatum (por acortamiento de flexores), rótula elevada, rótula descendida y pronación del pie (Alonso & Muriarte, 2013; Sánchez Sánchez, 2011).

- **Incremento del ángulo Q:** esto puede ser producido por una alteración biomecánica de la cadera (coxa -valga y coxa –vara) (Alonso & Muriarte, 2013; Sánchez Sánchez, 2011).

- **Edad**: a medida que incrementa la edad en una persona, esta posee más riesgo de sufrir una lesión tendinosa. Algunos autores mencionan que la edad es la causa predominante con relación a la sobrecarga, ya que según avanza la edad, la flexibilidad va disminuyendo e incrementando los procesos degenerativos y puede provocar un déficit de flexibilidad (Sánchez Sánchez, 2011).

- **Sexo:** este sigue siendo uno de la factores que generan controversia, debido a que los resultados de unos estudios demuestran que los hombres tienen mayor riesgo de sufrir una tendinopatía rotuliana, sin embargo según servicios médicos del FC Barcelona demuestran que las mujeres tienen más predominio a sufrir este tipo de lesión (Alonso & Muriarte, 2013).

- **Sobrepeso y masa corporal:** según algunos autores (Sánchez Sánchez, 2011), existe una relación de la lesión con la grasa corporal, cuando hay un

incremento de la grasa corporal hay un incremento del riesgo de padecer tendinopatías rotulianas (Alonso & Muriarte, 2013; Sánchez Sánchez, 2011).

- **Hormonas**: Según Sánchez Sánchez, (2011), los estrógenos y endógenos actúan como protectores del tendón, pero esto varía después de la menopausia debido a los cambios que sufre el organismo después de esta etapa.

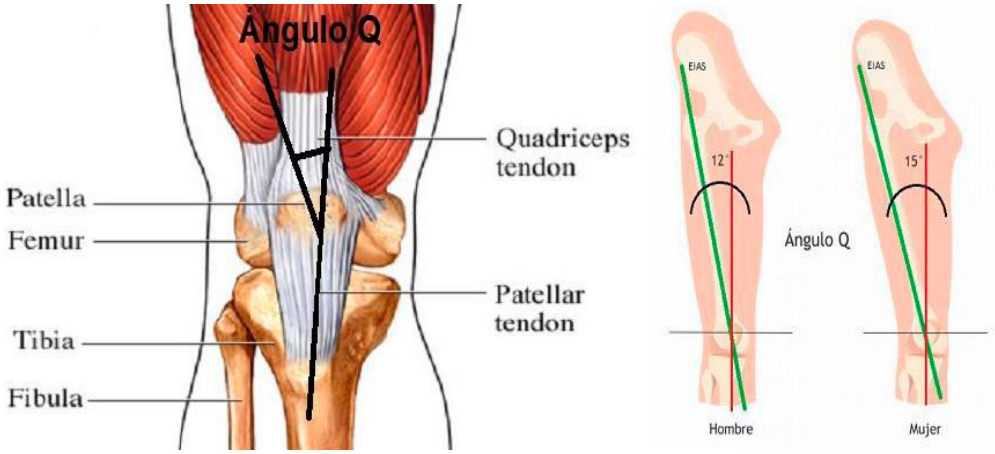


Gráfico 4: Ángulo Q. Recuperado de (Muñoz, 2015).

Externos como:

- **Calzado inapropiado:** este factor es importante debido a que va a otorgar una postura al pie y además predispone una actitud postural (Malliaras & ONeill, 2017).

- **Deshidratación y alimentación:** una adecuada ingesta de vitaminas, minerales y proteínas mantiene al tendón en buenas condiciones, con una producción adecuada de colágeno, mientras que una correcta hidratación genera condiciones adecuadas para las funciones mecánicas del tendón (Alonso & Muriarte, 2013; Sánchez Sánchez, 2011).

- **Mal entrenamiento**: múltiples autores explican que el 60% de las tendinopatías son causadas por una sobrecarga, correr mucha distancia, muchas series de trabajo, subir cuestas y escaleras, debido a un inadecuado entrenamiento. El entrenamiento debe ser lento y progresivo Sánchez Sánchez, (2011). Una inadecuada aplicación de carga en el tendón puede llevar a una alteración patológica dando como resultado una tendinopatía (Rabello et al., n.d.).

2.2.4 Etiología y fisiopatología

La etiología de la tendinopatía no está definida completamente, pero existen tres diferentes teorías que aclaran la causa de esta patología: 1) Causada por la alteración en la reacción de las células del tendón. 2) destrucción abrupta del colágeno 3) inflamación. Sin embargo, la teoría actual une a las tres causas en una: la patología empieza por la reacción de las células a una excesiva carga que posteriormente iniciará un aumento de las células del tendón y los proteoglicanos, y termina en la suspensión de la matriz de colágeno y en un incremento de la irrigación (Cardoso, Pizzari, Kinsella, Hope, & Cook, 2019).

Según Alonso & Muriarte, (2013) existen cuatro modelos que explican la fisiopatología de la tendinopatía. 1) Modelo Tradicional: explica que la patología es causada por un desorden y dispersión de las fibras de colágeno. 2) Modelo mecánico: explica que puede deberse a un daño en las fibras de colágeno y muchas veces puede afectar a las fibras de colágeno próximas al daño. 3) Modelo Bioquímico: atribuye a la inflamación química. 4) Modelo vasculonervioso: explica que cuando hay una degeneración en el tendón las células producen sustancias tóxicas sobre las células sanas.

Además del tendón existen otras estructuras que se ven afectadas en la tendinopatía como, por ejemplo, el peritendón, vaina sinovial. La entesopatía es una alteración en la unión osteotendinosa debido a una carga compresiva que existe en esa zona. Las patologías degenerativas en la rodilla producen rupturas en el tendón, lo que puede provocar una confusión en el diagnóstico por imagen (Cardoso et al., 2019).

2.2.5 Prevalencia e incidencia de las tendinopatías

Según Alonso & Muriarte, (2013), en un estudio divulgado por Järvinen, se estudió a 2800 personas que tenían algún dolor en la rodilla, se encontró que 20% eran lesiones patelares y el 10% presentaban síndrome Osgood Schlatter. Las tendinopatías rotulianas tienen una alta frecuencia en el deporte de alto rendimiento, siendo una de las lesiones que se encuentran dentro del grupo de las patologías por sobreuso, conformando un 60% dentro de ámbito deportivo. (Cardoso et al., 2019). Presentándose comúnmente en distintas disciplinas deportivas, como: fútbol, voleibol, básquet, saltos de longitud y altura. Con una mayor incidencia en corredores (Salillas, Vela, & Medina, 2014).

Además existe una alta prevalencia de las tendinopatías dentro de la vida cotidiana, las cuales tienen un gran impacto en las actividades de la vida diaria y en el ámbito laboral, siendo esta un problema socioeconómico (Cardoso et al., 2019).

La incidencia de este tipo de lesión es alrededor de un 30 a 50 %, presentándose más en corredores (Salillas et al., 2014).

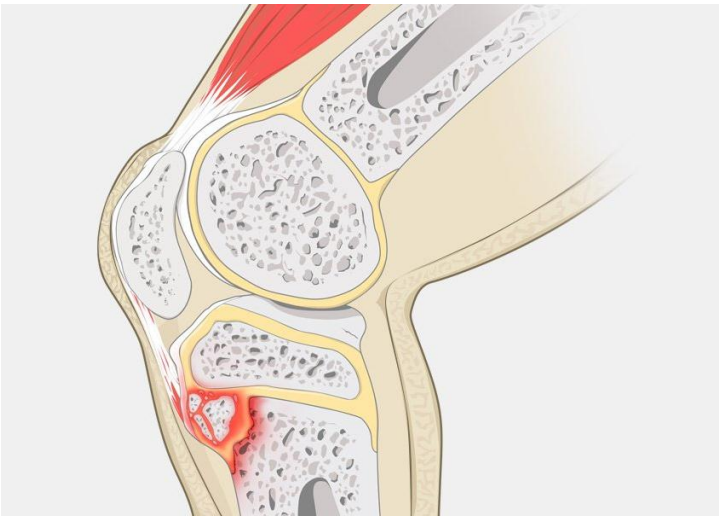


Gráfico 5: Síndrome de Osgood Schlatter. Recuperado de (Hegg, 2018).

2.2.6 Clasificación de la tendinopatía

Existen varias clasificaciones, una de ellas clasifica a estas lesiones en cuatro grupos, según la estructura:

- Tendinitis: aunque existe mucha controversia sobre si el término tendinitis se encuentra relacionado o no con una inflamación, actualmente, esta palabra se refiere al dolor en el tendón conjuntamente con una inflamación y este, rara vez podría estar asociado a una sobrecarga del tendón (Abellán, n.d.).

- Tendinosis: asociada a una lesión por una sobrecarga, suplanta al término “itis” debido a que en el cuadro clínico no se muestra presencia de células inflamatorias. En cambio se refiere a un daño por degeneración ya sea por la edad o por micro lesiones debido a mecanismos repetitivos (Abellán, n.d.).

- Paratendinitis: esta palabra incluye paratendinitis, y tenosinovitis, cuando esta alterada una capa de la vaina y tenovaginitis cuando esta alterada dos capas de la vaina. Se caracteriza por la inflamación, hiperemia. Puede asociarse con una tendinosis (Abellán, n.d.).

- Entesopatías: se refiere a la degeneración de la inserción del tendón provocado por una reacción de micro rupturas por repetición. Puede asociarse a una inflamación (entesitis) (Abellán, n.d.).

Una vez finalizado este tema podemos clasificar las tendinopatías según el tiempo (De la Puente, 2019; Díaz, 2015) :

- Aguda: cuando el tiempo de la lesión es menor a 2 semanas.
- Subagudo: cuando el tiempo de la lesión oscila entre 4 a 6 semanas.
- Crónico: cuando el tiempo de la lesión sobrepasa las 6 semanas.

2.7) Evolución de la reparación de la lesión tendinosa

- Fase 1: en esta etapa de la lesión existe una inflamación sin que haya una variación o disfunción en la estructura de este tejido es decir que no va a existir ningún tejido anormal. En este estadio la lesión es reversible completamente (Moranta, n.d.).
- Fase 2: en esta etapa de la lesión se encuentra alteraciones patológicas como, por ejemplo, degeneración, alteración del colágeno y de la matriz extracelular (Moranta, n.d.).
- Fase 3: en este estadio la lesión es crónica y el tendón va a presentar una disfunción estructural, es decir que el tejido se va a encontrar desgastado (Moranta, n.d.).
- Fase 4: en esta etapa se encuentra alteraciones fibrilares y calcificaciones blandas en la matriz. Además, se puede encontrar calcificaciones óseas asociadas o no a un daño en la continuidad del tejido (Moranta, n.d.).

2.3 MICROELECTRÓLISIS PERCUTÁNEA

2.3.1 Historia

Fue en el año de 2010 que los fisioterapeutas Argentinos, Roncio y Murua, desarrollaron la técnica de la Microelectrólisis percutánea (MEP), para tratar patologías degenerativas, a partir de las publicaciones de Guirro y Guirro en el año 2002 del uso de la electrolisis percutánea intratisular (EPI) en el campo de la fisioterapia estética. (Garrido & Muñoz, 2017).

2.3.2 Concepto y definición de la MEP

La MEP es definida como una técnica de fisioterapia invasiva, se basa en el paso de una corriente galvánica (continua), de baja intensidad, en microamperios, a través de una aguja de acupuntura que es usada como un electrodo activo, la cual provoca una respuesta analgésica junto a una inflamación controlada. Esto produce la fagocitosis y regeneración del tejido blando (D'Almeida, Da Silva, & Ronzio, 2019).

El concepto se lo puede definir a base de la misma técnica

- Micro: se define como el uso de la corriente galvánica continua, ininterrumpida y de alta intensidad en forma de microamperios (D'Almeida et al., 2019).

- Electrólisis: se refiere al proceso de abstracción del agua y el sodio, componentes de los tejidos del sistema músculo esquelético, seguida de una reagrupación obteniendo una generación de nuevas sustancias debido al uso de la corriente galvánica (Garrido & Muñoz, 2017).

- Percutánea: se define como el paso de una aguja, de acero inoxidable de mínimo 0.30 mm de grosor, a través de la piel, la cual tiene la función de electrodo que permite el paso de la corriente galvánica (Garrido & Muñoz, 2017).

2.3.3 Efectos

Posee dos tipos de efectos:

- **Mecánico:**

Producidos por el movimiento de la aguja de acupuntura durante la aplicación de la corriente galvánica en el tejido blando, se produce un enlace celular que modifica la matriz extracelular, remodelándola, por la activación del fibrocito obteniendo así un reajuste de los fibroblastos (Garrido & Muñoz, 2017). Gracias a este estímulo mecanotransductor la remodelación produce un incremento del colágeno tipo I (Cordero & De Benetti, 2015).

- **Efecto eléctrico**

El paso de la corriente galvánica a través del polo negativo (cátodo), genera una liberación de hidróxido sódico, incrementando el pH del tejido, necesaria para la destrucción tisular. Estos procesos generan una inflamación e irritación controlada y focalizada del tejido blando que resultará en una reparación tisular, afectada por la cronicidad del proceso degenerativo (Sanchez-Ibánez, 2012).

2.3.4 Indicaciones de la MEP

A través de los años se ha ido modificando las indicaciones de la técnica MEP, debido al razonamiento fisiopatológico. Sin embargo, la MEP está indicada para todo tipo de patología ligada a una degeneración del tejido de colágeno (Garrido & Muñoz, 2017).

- En tendón: tendinopatía intrasinoviales y tendinopatía extra sinoviales
- En músculo: lesión muscular aguda, lesión muscular crónica y puntos gatillos
- En ligamento: lesión ligamentosa aguda y lesión ligamentosa crónica.

- En bursa: lesión bursal crónica.
- En cápsula: retracción capsular de rodilla
- En fascia: fascitis plantar
- Problemas sinoviales: ganglión, quiste parameniscal y quiste de Baker.

2.3.5 Contraindicaciones

Según Garrido & Muñoz, (2017) las contraindicaciones de la MEP se las clasifica en absolutas y relativas.

Absolutas:

- Belonefobia: miedo a las agujas.
- Osteosíntesis: no se debe aplicar directamente sobre el implante
- Marcapasos: se debe evitar la interferencia eléctrica
- Cardiopatías: el campo eléctrico del corazón puede verse afectado por la corriente galvánica.
- Proceso oncológico: puede provocar un descontrol mitógeno.
- Afecciones cutáneas: úlceras

Relativas:

- Hipotiroidismo: las hormonas tiroides se relacionan con el proceso de degeneración del colágeno.
- Fibromialgia: puede responder con picos de dolor a la aplicación de la MEP.

- Afectación neurosensitiva: no permite el adecuado monitoreo de la respuesta de la aguja y la corriente galvánica.

2.3.6 Precauciones

Según Garrido & Muñoz, (2017):

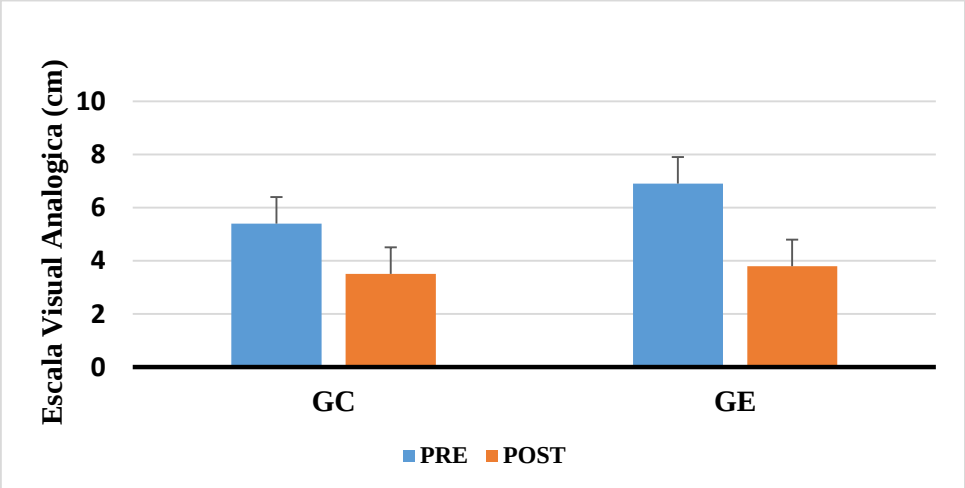
- Alergias: relacionadas con el material de preparación para la técnica MEP.
- Síncope: hipotensión, desmayo.

3 CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1.1 Dolor

El análisis ANOVA a medidas repetidas (2 grupos x 2 mediciones) para el dolor no mostró un efecto principal grupo ($F_{(1,18)}$= 3,20, p=,09), ni una interacción significativa entre grupo y medición ($F_{(1,18)}$= 4,07, p=,05). Sin embargo, existió un efecto tratamiento ($F_{(1,18)}$= 70,7, p=,001). El análisis Post Hoc de Tuckey fue realizado ya que el valor de p se encontraba en el límite de significatividad, así se encontró una diferencia significativa intergrupos. En el GC hubo una disminución significativa del dolor post tratamiento (p=0,01). En el GE se observó el mismo fenómeno (p=0,04). Finalmente, la comparación intragrupos del pre y el post tratamiento entre el GC y el GE no mostró una diferencia significativa (p=0,18; p=0,97, respectivamente) (Gráfico 6).

Gráfico 6: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento del dolor entre el grupo experimental y el grupo control

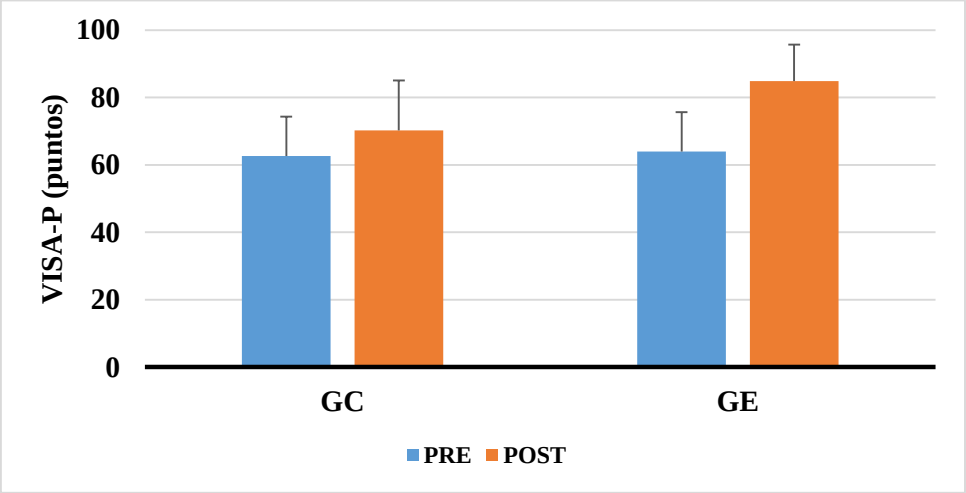


Elaborado por: Esteban Ulloa

3.1.2 Funcionalidad

El análisis ANOVA a medidas repetidas (2 grupos x 2 mediciones) para la funcionalidad no mostró un efecto principal grupo ($F_{(1,18)}$= 2,58, p=,12), mientras que mostró una interacción significativa entre grupo y medición ($F_{(1,18)}$= 16.59, p=,01) y un efecto tratamiento ($F_{(1,18)}$= 76.20, p=,01). El análisis Post Hoc de Tuckey encontró una diferencia significativa intergrupos. En el GC hubo un incremento significativo funcionalidad en el post tratamiento (p=0,01) en el GE se observó el mismo fenómeno (p=0,01). Finalmente, la comparación intragrupos del pre y el post tratamiento entre el GC y el GE no mostró una diferencia significativa (p=0,99; p=0,19, respectivamente). (Grafico 7).

Gráfico 7: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento de funcionalidad entre el grupo control y el grupo experimental



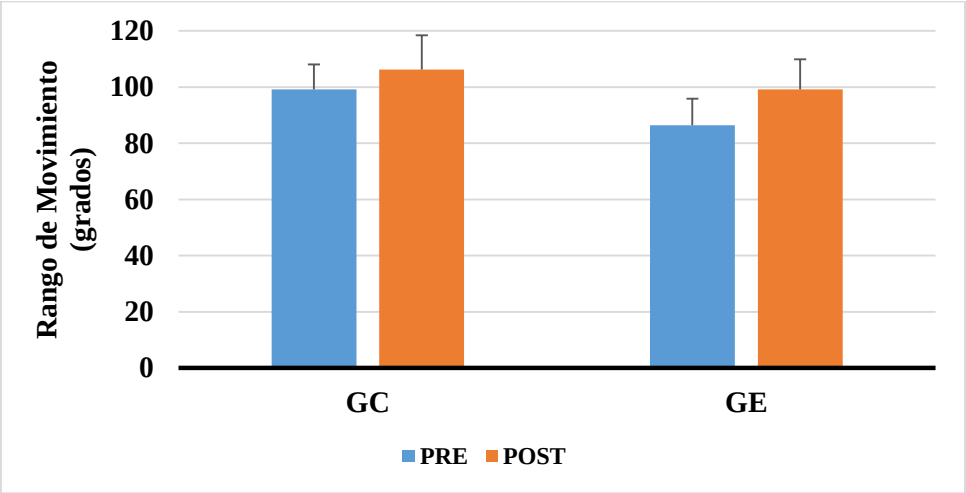
Elaborado por: Esteban Ulloa

3.1.3 Rango de movimiento

El análisis ANOVA a medidas repetidas (2 grupos x 2 mediciones) para el rango de movimiento mostró un efecto principal grupo ($F_{(1,18)}$= 4,90, p=,03), un efecto tratamiento ($F_{(1,18)}$= 71,7, p=,01) y una interacción significativa entre grupo y medición ($F_{(1,18)}$= 5,88,

p=,02). El análisis Post Hoc de Tuckey encontró una diferencia significativa intergrupos. En el GC hubo un aumento significativo del rango de movimiento en el post tratamiento (p=0,01) en el GE se observó el mismo fenómeno (p=0,01). Finalmente, la comparación intragrupos del pre y el post tratamiento entre el GC y el GE, no mostró una diferencia significativa (p=0,21; p=0,68, respectivamente) (Grafico 8).

Gráfico 8: Comparación del valor promedio pre tratamiento y post tratamiento de rango de movimiento entre el grupo experimental y el grupo control



Elaborado por: Esteban Ulloa

3.2 Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la Microelectrólisis percutánea (MEP) sobre el dolor y la funcionalidad de la rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica, que acuden al centro de fisioterapia de la PUCE. Los resultados manifestaron una disminución del dolor, mientras que la funcionalidad y el rango de movimiento incrementaron. Es fundamental conocer que la tendinopatía rotuliana es

producida por un sobreuso y su incidencia va en auge tanto en el ámbito deportivo como laboral, siendo una de las principales causas de consultas médicas Basas, (2017).

3.2.1 Dolor

La intensidad del dolor se redujo en los dos grupos al final del tratamiento, en el GC disminuyó en un 35%, mientras que en el experimental en un 45%. Comparando el post tratamiento entre el GC con el GE, encontramos una disminución del dolor del 22% más eficaz en el GE que en el GC. Estos datos son opuestos al estudio hecho por Padrón & Rojas (2016), donde la aplicación de la corriente galvánica de baja intensidad de manera percutánea no muestra una disminución del dolor en la tendinopatía rotuliana. Esto se puede deber a que en nuestro estudio, los pacientes recibieron técnicas de fisioterapia convencionales más la corriente galvánica de baja intensidad aplicada de manera percutánea, mientras que en el estudio de Padrón & Rojas, (2016) solo se aplicó la corriente de baja intensidad, aplicada de manera percutánea de forma aislada. Mientras que un estudio hecho por Da Silva, Fernandes, Meyer, & Da Silva, (2017) demostró que la corriente galvánica de baja intensidad, aplicada de manera percutánea más el tratamiento convencional, es efectiva para reducir el dolor. Sin embargo, este estudio fue realizado en tendinopatía aquilea crónica. Es necesaria más investigación científica de la corriente continua de baja intensidad aplicada de manera percutánea en lesiones músculo-esqueléticas crónicas que demuestren sus efectos beneficiosos en cuanto a su efecto analgésico.

3.2.2 Funcionalidad

La funcionalidad aumentó en los dos grupos al final del tratamiento, en el GC aumentó en un 12% mientras que en el experimental en un 32%. Comparando el post tratamiento entre el GC con el GE, encontramos un aumento de funcionalidad del 62% más eficaz en el GE que en el GC. En el estudio de D'Almeida et al., (2019) se concluyó que la

aplicación de la MEP junto con ejercicios excéntricos incrementa la recuperación de la funcionabilidad en lesiones del tendón rotuliano. Esto es debido a que la MEP produce una remodelación del tejido afectado mediante una inflamación controlada localizada, que inicia la fagocitosis Cordero & De Benetti, (2015). A diferencia de un tratamiento convencional, sin MEP, que no presenta mejoras significativas en la funcionabilidad al momento de rehabilitar la tendinopatía crónica según (Sanchez-Ibánez, 2012). Además el artículo de Sànchez-Ibàñez et al., (2015) establece que las técnicas convencionales de tratamiento son poco eficientes al momento de rehabilitar la tendinopatía. A pesar de los buenos resultados, en el incremento de funcionalidad, de la corriente galvánica de baja intensidad aplicada de manera percutánea, son escasos los estudios científicos, por lo que es necesario nuevas investigaciones que ayuden a verificar los efectos positivos del beneficio de esta corriente en el incremento de la funcionalidad en lesiones crónicas.

3.2.3 Rango de movimiento

El rango de movimiento aumentó en los dos grupos al final del tratamiento, en el GC aumentó en un 7% mientras que en el GE un 15%. Comparando el post tratamiento entre el GC con el GE, encontramos un aumento del rango de movimiento del 53% más eficaz en el GE que en el GC. No se encontró artículos donde midan rangos de movimiento en pre y post tratamiento con MEP en lesiones tendinosas crónicas del tendón rotuliano. Convirtiendo a este trabajo en el primero que mide rangos de movimiento en pre y post tratamiento en este tipo de lesión con la técnica MEP. Sin embargo, existe un estudio hecho por Da Silva et al., (2017) donde la corriente de baja intensidad aplicada de manera percutánea (MEP) aumentó el rango de movimiento de tobillo en la tendinopatía aquilea crónica. Es necesario realizar más investigaciones científicas sobre el efecto de la MEP en cuanto a rango de movimiento en lesiones crónicas del tendón rotuliano.

4 REFERENCIAS

Abat, F., Diesel, W.-J., Gelber, P.-E., Polidori, F., Monllau, J.-C., & Sanchez-Ibañez, J.-M. (2014). Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles Ligaments Tendons J*, *4*(2), 188–193.

Abellán, J. F. (n.d.). *Terminología y clasificación de las tendinopatías* (pp. 1–3). pp. 1–3. Murcia, España: UCAM.

Alonso, M., & Muriarte, D. (2013). Pripuesta de recuperación funcionaldeportiva de una tendinopatía rotuliana. *Revista de Preparación Física En El Fútbo*, 1–21.

Basas, Á. (2017). *Análisis de los efectos de un protocolo de electroestimulación y ejercicios excéntricos, isométricos y concétricos sobre el dolor y la funcionalidad en el tratamiento y readaptación de la tendinopatía rotuliana o rodilla del saltador*. Universidad Politécnica de Madrid.

Canon. (n.d.). anon EOS 1100D - Cámara réflex Digital de 12.2 MP (Pantalla 2.7", estabilizador óptico, vídeo HD), Color Negro - Kit con Objetivo EF-S 18-55mm IS II f/3.5.

Cardoso, T., Pizzari, T., Kinsella, R., Hope, D., & Cook, J. (2019). Current trends in tendinopathy management. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *xxx*(xxxx), 2–4. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.001

Cid, J., Acuña, J. P., De Andrés, J., Díaz, L., & Gómez, L. (2014). ¿Qué y cómo evaluar al paciente con dolor crónico? evaluación del paciente con dolor crónico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *25*(4), 687–697. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70090-2

Cordero, P., & De Benetti, C. (2015). *Eccentric loading versus eccentric loading plus Micro-electrolisis percutánea (Mep) treatment for mid-portion achilles tendinopathy: a randomized controlled trial.* (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria). Retrieved from file:///C:/Users/Diego/Downloads/mep.pdf

D'Almeida, M., Da Silva, R., & Ronzio, O. (2019). *Nivel de satisfacción sobre la seguridad y complicaciones a cuatro años de la introducción de la técnica Microelectrólisis Percutánea (MEP®) Sport como práctica fisioterapéutica*. 191. https://doi.org/10.1590/1809-2950/18038726022019

Da Silva, R., Fernandes, S., Meyer, F., & Da Silva, R. (2017). Effects of percutaneous microelectrolysis (MEP®) on pain, rom and morning stiffness in patients with achilles tendinopathy. *European Journal of Physiotherapy*, *19*(1), 63. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/21679169.2017.1381321

De la Puente, E. (2019). Diagnóstico y tratamiento de las lesiones Tendinosas. *NPunto*, *II*(10), 1.

De Paula, M. (2017). *Efectividad de la técnica de Micro-electrolisis Percutánea (MEP) en pacientes deportistas con tendinopatía rotuliana que acuden al centro de rehabilitación FisioSur en el periodo de Junio a Diciembre del 2017*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Díaz, E. (2015). Fisioterapia en lesiones tendinosas. In *Manual de fisioterapia en traumatología* (pp. 133–134). Barcelona, España: Elsevier.

Elizondo, M., Gutiérrez, M., & Gutiérrez, B. (2017). Desarrollo de un Sistema Robótico para Rehabilitación de Lesiones de Tobillo. *Sociedad Mexicana de Ingenieria Biomedica*, 385. https://doi.org/dx.doi.org/10.24254/CNIB.17.78

Garrido, F., & Muñoz, F. (2017). *Fisioterpia Invasiva* (2°). Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=qFpgDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=fisioterapia+invasiva&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwirg-rGidrlAhUJjlkKHY6WDHkQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false

Gómez, J. J. (2016). Eficacia de los ejercicios excéntricos en tendinopatías rotulianas. Revisión bibliográfica. *Arch Med Deporte*, *33*(1), 60. Retrieved from http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev2_Gomez.pdf

Hanisah, N., Ahmad, A., Madete, J., Herawati, L., & Mahmud, J. (2017). Measuring Ankle Angle and Analysis of Walking Gait using Kinovea. In *International Medical Device and Technology Conference*.

Jurado, A., & Medina, I. (2008). *Tendon: Valoracion y Tratamiento en Fisioterpia* (1a ed.). Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/detail.action?docID=4909884&query=tendon#

Khan, K. ., Cook, J. ., & Maffulli, N. (2003). Tendinopatía rotuliana. Evaluación y tratamiento. In *Dolor anterior de rodilla e inestabilidad rotuliana en el paciente joven* (pp. 221–234). Madrid, España: Panamericana.

King, D., Yakubek, G., Chughtai, M., Khlopas, A., Saluan, P., Mont, M. A., & Genin, J. (2019). *Quadriceps tendinopathy: a review—part 1: epidemiology and diagnosis*. *7*(4), 71.

Maffulli, N., Giuseppe, U., Testa, V., Oliva, F., Capasso, G., & Denaro, V. (2008). VISA-P score for patellar tendinopathy in males: Adaptation to Italian. *Disability and Rehabilitation*, *30*, 20–22. https://doi.org/10.1080/09638280701786070

Malliaras, P., & ONeill, S. (2017). Potential risk factors leading to tendinopathy. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *52*(194), 72. Retrieved from https://www.apunts.org/es-factores-riesgo-potenciales-que-conducen-articulo-X021337171761317X

Microelectrólisis percutánea. (n.d.). Microelectrólisis percutánea. Retrieved August 13, 2019, from Microelectrólisis percutánea website: https://www.microelectrolisis.com/

Moranta, J. (n.d.). *Rehabilitación en tendinopatías* (pp. 1–27). pp. 1–27. Barcelona, España: Sociedad española de traumatología kaboral.

Moreno, C., Mattiussi, G., Núñez, F. ., Messina, G., & Rejc, E. (2017). Intratissue percutaneous electolysis combined with active physical therapy for the treatment of adductor longus enthesopathy-related groin pain: a randomized trial. *J Sports Med Phys Fitness*, *57*(10), 1318–1329. https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06466-5

Padrón, A., & Rojas, S. (2016). Estudio comparativo de la electrolisis percutánea a baja y alta intensidad en la tendinopatía rotuliana. Análisis funcional y estructural. *Fisioter Invasiva*, *1*, 11. Retrieved from file:///C:/Users/Diego/Downloads/X2386459116600075 (1).pdf

Peña, L., Gómez, K., Vargas, M., Mejía, G., & Máynez, A. (2018). Determinación de rangos de movimiento del miembro superior en una muestra de estudiantes universitarios mexicanos. *Rev. Cienc. Salud*, *16*, 66. https://doi.org/Doi: http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6845

Pertuz, M., & Landazábal, O. (2018). *Envejecimiento y vejez:Vision interdisciplinaria desde la funcionalidad*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=pliIDwAAQBAJ&pg=PA157&dq=funcion

alidad&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwivosO27-LhAhVodt8KHeY2C0kQ6AEIPDAD#v=onepage&q=funcionalidad&f=false

Pruna, R., Medina, D., Rodas, G., & Artells, R. (2013). Tendinopatía rotuliana. Modelo de actuación terapéutico en el deporte. *Medicina Clínica*, *xx*(x), 1–6.

Rabello, L., Zwerver, J., Stewar, R., Akker, van den, -Scheek, I., & Brink, M. (n.d.). *Patellar tendon structure responds to load over a 7 -week preseason in elite male volleyball players* (pp. 1–25). pp. 1–25. https://doi.org/10.1111/sms.13428

Rosero, D., & Freddy, M. (2016). Aspectos histológicos y moleculares del tendón como matriz extracelular extramuscular. *Revista Salutem Scientia Spiritus*, *2*(1), 29–30. https://doi.org/000-0002-8008-9281

Salillas, L., Vela, A., & Medina, J. (2014). Prevención de las tendinopatías en el deporte. *Arch Med Deporte*, *31*(3), 206. Retrieved from http://femede.es/documentos/18_rev02_161.pdf

Sanchez-Ibánez, J. . (2012). *Evolución clínica en el tratamiento de la entesopatía rotuliana crónica mediante electroestimulación percutánea ecodirigida: estudio de una serie de casos en población deportiva*. Universidad de León.

Sànchez-Ibàñez, J. M., Fernández, M. E., Monllau, J. C., Alonso-Díez, Á., Sánchez-García, J., & SánchezSánchez, J. L. (2015). New Treatments for Degenerative Tendinopathy, focused on the Region-Specific of the Tendon. *Rheumatology (Sunnyvale)*, *5*(4), 1–13. https://doi.org/10.4172/2161-1149.1000173

Sánchez Sánchez, J. (2011). *Estudio comparativo de un tratamiento fisioterápico convencional con uno que incluye la técnica de electrolisis percutánea intratisular en pacientes con tendinopatía crónica del tendón rotuliano*. Universidad de

Salamanca.

Van Rijn, D., Van den Akker-Scheek, I., Steunebrink, M., Diercks, R. L., Zwerver, J., & Van der Worp, H. (2017). Comparison of the effect of 5 different treatment options for managing patellar tendinopathy: A secondary analysis. *Wolters Kluwer Health, Inc*, *0*(0), 1–7.

Vergara, E., & Castro, R. (2014). Tratamiento quirúrgico de la luxación recidivante de rótula en el niño asociada a displasia patelo femoral. *Archivos de Medicina*, *14*(1), 117–128.

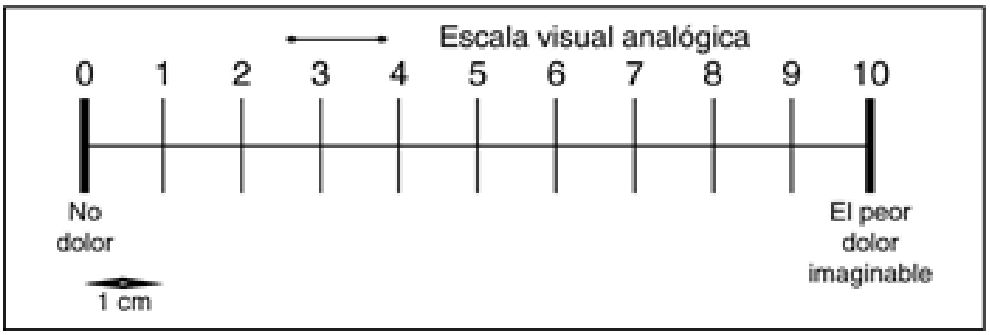
Zas, V., Rodríguez, J., & Silva, E. (2013). El dolor y su manejo en los cuidados paliativos. *Panorama Cuba y Salud*, *8*(2), 41–48.

Zayni, R., Thaunat, M., Fayard, J.-M., Hager, J.-P., Carrillon, Y., Clechet, J., … Cottet, B. S. (2015). Platelet-rich plasma as a treatment for chronic patellar tendinopathy: comparison of a single versus two consecutive injections. *Muscles Ligaments Tendons J*, *5*(2), 92–98.

5 ANEXOS

- **Anexo N°1**

Escala visual analógica (EVA)



- **Anexo N°2**

Escala VISA-P

Cuestionario de valoración VISA-P (Victorian Institute of Sports Assessment) : TENDINOPATÍA ROTULIAN

Este es un cuestionario para la valoración de la gravedad de los síntomas en individuos con tendinopatía rotuliana. El término "dolor" en el cuestionario hace referencia a la zona específica del tendón rotuliano. Para indicar su intensidad de dolor, por favor, marque de 0 a 10 en la escala teniendo en cuenta que 0 = ausencia de dolor y 10 = máximo dolor que imagina.

1.- ¿Durante cuántos minutos puede estar sentado sin dolor? PUNTOS

0-15 min	15-30 min	30-60 min	60-90 min	90-120 min	>120 min
0	2	4	6	8	10

2.- ¿Le duele al bajar escaleras con paso normal? PUNTOS

Sin dolor											Dolor muy intenso
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

3.- ¿Le duele la rodilla al extenderla completamente sin apoyar el pie en el suelo? PUNTOS

Sin dolor											Dolor muy intenso
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

4.- ¿Tiene dolor en la rodilla al realizar un gesto de "zancada" (*flexión de rodilla tras un movimiento amplio hacia delante con carga completa del peso corporal sobre la pierna adelantada*) PUNTOS



Sin dolor											Dolor muy intenso
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

5.- ¿Tiene problemas para ponerse en cuclillas? PUNTOS

Sin problemas											Incapaz
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

6.- ¿Le duele al hacer 10 saltos seguidos sobre la pierna afectada o inmediatamente después de hacerlos? PUNTOS

Sin dolor											Dolor muy intenso/ Incapaz
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

CORRECTED PROOF

7.- ¿Practica algún deporte o actividad física en la actualidad?

PUNTOS

0 ☐ No, en absoluto

4 ☐ Entrenamiento modificado y/o competición modificada

7 ☐ Entrenamiento completo y/o competición, pero a menor nivel que cuando empezaron los síntomas

10 ☐ Competición al mismo nivel o mayor que cuando empezaron los síntomas

8.- Por favor, conteste A, B o C en esta pregunta según el estado actual de su lesión:

- Si no tiene dolor al realizar deporte, por favor, conteste sólo a la pregunta 8A
- Si tiene dolor mientras realiza el deporte pero éste no le impide completar la actividad, por favor, conteste únicamente la pregunta 8B
- Si tiene dolor en la rodilla y éste le impide realizar deporte, por favor, conteste solamente la pregunta 8C

8A.- Si no tiene dolor mientras realiza deporte, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o practicando?

PUNTOS

0-20 minutos	20-40 minutos	40-60 minutos	60-90 minutos	> 90 minutos
6	12	18	24	30

8B.- Si tiene cierto dolor mientras realiza deporte pero éste no obliga a interrumpir el entrenamiento o la actividad física, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o haciendo deporte?

PUNTOS

0-15 minutos	15-30 minutos	30-45 minutos	45-60 minutos	> 60 minutos
0	5	10	15	20

8C.- Si tiene dolor que le obliga a detener el entrenamiento o práctica deportiva, ¿cuánto tiempo puede aguantar haciendo el deporte o la actividad física?

PUNTOS

Nada	0-10 minutos	10-20 minutos	20-30 minutos	> 30 minutos
0	2	5	7	10

PUNTUACIÓN TOTAL: ☐ /100

CORRECTED PROOF

- **Anexo N°3**

Consentimiento informado

- **Nombre del investigador:** Esteban Francisco Ulloa Pico

- **Tema de investigación:** Efecto de la Microelectrólisis percutánea (MEP) sobre el dolor y la funcionalidad de rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica que acuden al centro de fisioterapia de la PUCE
- **Propósito:** Determinar el efecto del Microelectrólisis percutánea (MEP) sobre el dolor y la funcionalidad de la rodilla en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

- **Qué se hará:** Se aplicará un protocolo de fisioterapia que consiste en la terapia convencional, más la MEP, una sesión por semana durante 6 semanas. La técnica de la MEP, será ejecutada por la Lic. Liliana Cárdenas, con parámetros de asepsia bajo el polo distal de la rótula. Se utilizarán agujas de acero inoxidable de .025 de grosor y de 25 mm de longitud a una angulación de 45°, sobre las fibras profundas del tendón en la porción de su entesis en el polo inferior de la rótula. En cada sesión se aplicará tres impactos de 1 minuto a 350 microamperios sobre las fibras del tendón a nivel del polo distal de la rótula.

- **Riesgos:** Debido a que la MEP se trata de una técnica de fisioterapia que usa una corriente galvánica de baja intensidad, puede existir un mínimo riesgo de quemadura. Es por eso que se tomará las medidas de prevención necesarias para ejecutar esta técnica. Si la quemadura llega a ocurrir, se le indemnizará a la persona de acuerdo al grado de daño provocado.

- **Libertades:** La participación en esta investigación es voluntaria. El participante tiene derecho a realizar preguntas sobre el tratamiento las veces que este considere necesario. También tiene la libertad de suspender el tratamiento cuando lo considere necesario.
- **Confidencialidad:** Los datos proporcionados, al igual que la evidencia de la realización de la investigación serán utilizados únicamente para fines investigativos académicos. Siempre ocultando la identidad del participante.

Quito, ____ de _____ del 2019

- Yo, _____, con C.I _____, por medio de la presente carta, certifico que se me ha informado de manera clara y detallada el tratamiento a aplicarse y consiento ser parte de esta investigación. Me comprometo a proporcionar datos verídicos sobre mi condición actual de salud que pudiese afectar a la investigación.

_____

- Firma del participante