UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEPORTIVA

Tema: "RELACIÓN DE LA FUERZA EN CUÁDRICEPS, LA FUNCIÓN Y LA SINTOMAS DE LA RODILLA EN TENDINOPATÍA ROTULIANA EN PERSONAS QUE ENTRENAN FUERZA"

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster en Fisioterapia Deportiva

Modalidad del Trabajo de Titulación: Artículo profesional de alto nivel

Autor(a): Lcdo: Cristian Xavier Cusme Castro

Director(a): Magister Grace Verónica Moscoso Córdova

Ambato – Ecuador

2025

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad Ciencias de la Salud. El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por la Licenciada Victoria Estefanía Espín Pastor, Magister en Fisioterapia del Deporte y Readaptación en la actividad física e integrado por los señores: Esp. Paúl Fernando Cantuña Vallejo, Especialista en Medicina del Deporte y Magister Ángela Priscila Campos Moposita, Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención en Neuromusculoesquelética, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: "Relación de la fuerza en cuádriceps, la función y la síntomas de la rodilla en tendinopatía rotuliana en personas que entrenan fuerza", elaborado y presentado por el Licenciado Cristian Xavier Cusme Castro, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Fisioterapia Deportiva; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Firmado electrónicamente por:
VICTORIA ESTEFANIA ESPIN PASTOR
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. Msc Victoria Estefanía Espín Pastor
Presidente y Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
PAUL FERNANDO CANTUNA VALLEJO
Validar únicamente con FirmaEC

Med. Esp. Paúl Fernando Cantuña Vallejo
Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ANGELA PRISCILA CAMPOS MOPOSITA
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. Msc Ángela Priscila Campos Moposita
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: "Relación de la fuerza en cuádriceps, la función y la síntomas de la rodilla en tendinopatía rotuliana en personas que entrenan fuerza" le corresponde exclusivamente a: Licenciado Cristian Xavier Cusme Castro, Autor bajo la Dirección del Magister Grace Verónica Moscoso Córdova, Magister en fisioterapia y rehabilitación mención en neuromusculoesquelética, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Lcdo. Cristian Xavier Cusme Castro

c.c.: 1722694427

AUTOR



Magister Grace Verónica Moscoso Córdova

c.c.: 1803708427

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Lcdo. Cristian Xavier Cusme Castro

c.c.: 1722694427

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
AGRADECIMIENTO ix
DEDICATORIA x
RESUMEN EJECUTIVO xi
ABSTRACT xii
CAPÍTULO I 13
ARTICULO CIENTÍFICO 13
1. INTRODUCCIÓN 13
2. OBJETIVOS 14
3. MÉTODO 14
3.1 Criterios de Inclusión 14
3.2 Criterios de Exclusión 14
3.3 Descripción del procedimiento 14
4. RESULTADOS 15
4.1 Fuerza Cuádriceps con y sin tendinopatía 15
4.2 Calificación Visa-P (dolor de tendinopatía rotuliana) 15
4.3 Correlación de las variables de estudio 16
4.4 Coeficiente de Spearman entre VISA (dolor) y Fuerza Cuádriceps con Tendinopatía 17
4.5 Coeficiente de Spearman entre VISA (dolor) y Fuerza Cuádriceps sin Tendinopatía 17
4.6 Intervalos de confianza mediante el método de Bootstrap 17
5. DISCUSIÓN 18
5.1 Relación entre la fuerza del cuádriceps y la tendinopatía rotuliana 18
5.2 Posibles explicaciones para la baja correlación 19
5.3 Limitaciones y direcciones futuras 19
6. CONCLUSIÓN 20
7. REFERENCIAS 20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación cuestionario VISA-P 15
Tabla 2. estadística descriptiva de los datos recopilados. 16
Tabla 3. Pruebas formales de normalidad 16
Tabla 4. Intervalo de confianza……...…. 17

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato y al Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos (CEISH-UTA) por la aprobación y acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto.

Agradezco profundamente a mi tutora y coautora, Grace Verónica Moscoso Córdova, por su guía, apoyo académico y constante motivación a lo largo de la investigación.

Extiendo también mi gratitud a cada uno de los voluntarios que colaboraron con compromiso y disposición en las evaluaciones realizadas.

Finalmente, reconozco el apoyo de mi familia y compañeros, quienes con su respaldo incondicional hicieron posible la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor y gratitud a mis padres, quienes con su esfuerzo y valores han sido el pilar fundamental de mi vida; a mis hermanos, por su apoyo constante; y a mi hija, quien es mi mayor inspiración y motivo para seguir superándome cada día.

Extiendo también esta dedicatoria a mis compañeras y amigas de la maestría, Evelyn Pacha y Fernanda Ramírez, cuya amistad, apoyo y compañerismo han sido esenciales durante este proceso académico y personal.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como propósito analizar la relación entre la fuerza del cuádriceps, la función y la sintomatología de la tendinopatía rotuliana en personas que entrenan en gimnasio.

Se desarrolló un estudio cuantitativo, observacional, prospectivo y transversal, con una muestra de 92 participantes (18 a 35 años), quienes cumplían con un mínimo de seis meses de entrenamiento de fuerza. Se evaluaron variables antropométricas, la fuerza del cuádriceps mediante dinamometría portátil (Kinvent) y la función/dolor a través del cuestionario VISA-P.

Los resultados mostraron que la fuerza del cuádriceps presentó una correlación muy débil con el dolor asociado a la tendinopatía rotuliana ($r = 0.0878$ en participantes con tendinopatía y $r = -0.0026$ en aquellos sin tendinopatía). Estos hallazgos indican que la fuerza muscular, aunque importante para la estabilidad de la rodilla, no constituye un predictor principal del dolor en esta condición.

Se concluye que la tendinopatía rotuliana es un fenómeno multifactorial, en el cual influyen no solo la fuerza muscular, sino también aspectos biomecánicos, funcionales y de carga. En este sentido, el fortalecimiento del cuádriceps por sí solo puede no ser suficiente para la reducción de síntomas, siendo necesario un enfoque integral en la prevención, tratamiento y rehabilitación.

DESCRIPTORES: Tendinopatía rotuliana, Cuádriceps, Fuerza muscular, Dolor de rodilla, Función articular, Dinamometría, VISA-P, Entrenamiento en gimnasio

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the relationship between quadriceps strength, function, and symptomatology of patellar tendinopathy in individuals who train in a gym setting.

A quantitative, observational, prospective, and cross-sectional study was conducted with a sample of 92 participants (aged 18 to 35), all of whom had at least six months of strength training experience. Anthropometric variables were assessed, quadriceps strength was measured using a portable dynamometer (Kinvent), and function/pain was evaluated through the VISA-P questionnaire.

The results showed that quadriceps strength had a very weak correlation with pain associated with patellar tendinopathy ($r = 0.0878$ in participants with tendinopathy and $r = -0.0026$ in those without tendinopathy). These findings indicate that although muscle strength is important for knee stability, it is not a primary predictor of pain in this condition.

In conclusion, patellar tendinopathy is a multifactorial phenomenon influenced not only by muscle strength but also by biomechanical, functional, and load-related factors. Therefore, quadriceps strengthening alone may not be sufficient for symptom reduction, highlighting the need for a comprehensive approach to prevention, treatment, and rehabilitation.

KEYWORDS: Patellar tendinopathy, Quadriceps, Muscle strength, Knee pain, Joint function, Dynamometry, VISA-P, Gym training

CAPÍTULO I

RELACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS, LA FUNCIÓN Y LA SINTOMATOLOGÍA DE TENDINOPATIA ROTULIANA EN PERSONAS QUE ENTRENAN EN GIMNASIO

Autor: Cristian Xavier Cusme Castro

Coautor: Grace Verónica Moscoso Córdova

**Universidad Técnica de Ambato*

Palabras Clave

Tendinopatía

Cuádriceps

ABSTRACT:

Introducción: La tendinopatía patelar es una lesión crónica frecuente en deportes que involucran saltos y actividad de fuerza. Esta condición está asociada al dolor en el tendón rotuliano, principalmente debido a la sobrecarga o uso excesivo sin el descanso adecuado. (Breda et al., 2021; Rio et al., n.d.)A pesar de la nomenclatura "tendinitis", la tendinopatía se caracteriza por cambios degenerativos en el tendón, más que por inflamación. Entre los factores de riesgo se encuentran la rigidez en los músculos isquiotibiales y cuádriceps. Un control corticoespinal alterado puede afectar la capacidad del sistema nervioso para activar las unidades motoras, lo que genera un déficit en la fuerza del cuádriceps, contribuyendo a la lesión (Labanca et al., n.d.). La fuerza del cuádriceps es clave para la estabilidad de la rodilla y puede influir en la carga sobre el tendón rotuliano, lo que justifica el interés por investigar la relación entre la fuerza del cuádriceps y los síntomas de la tendinopatía rotuliana (Rousseau et al., 2022).

Objetivo: Analizar la relación entre la fuerza del cuádriceps, la función y la sintomatología de tendinopatía rotuliana en personas que entrenan en gimnasio.

Método: La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo sin intervención, observacional, prospectivo, transversal. La muestra estuvo constituida por 92 personas entre hombres y mujeres de 18 a 35 años que entrenan fuerza con un periodo mínimo de 6 meses en gimnasio. Se realizó la evaluación con algunas variables, las primeras fueron antropométricas donde se tomó el peso en Kg, estatura en cm para calcular el índice de masa corporal (IMC), la prueba de fuerza se realizó por medio de dinamometría portátil (dinamómetro Kinvent) misma que fue expresada en Kg y finalmente para el registro de la función de la rodilla en base a la percepción del dolor se entregó el cuestionario VISA-P. El modelo estadístico utilizado para analizar la relación entre la fuerza del cuádriceps y la percepción del dolor fue la correlación de Spearman. Esta prueba fue seleccionada debido a que ambas variables, la fuerza y el dolor, no se ajustan a una distribución normal y podrían tener una relación monótona, en lugar de lineal, lo que hace más adecuado el uso de un análisis no paramétrico.

Resultados: A pesar de la importancia teórica de la fuerza del cuádriceps en la mecánica de la rodilla, la investigación muestra que esta fuerza tiene una correlación débil respecto al dolor experimentado en la tendinopatía rotuliana (r = 0,0878 para fuerza del cuádriceps con tendinopatía y r = -0,0026 para fuerza del cuádriceps sin tendinopatía). Podría discutirse que, aunque un cuádriceps fuerte es importante para la estabilidad de la rodilla, no necesariamente reduce los síntomas de dolor asociados a la tendinopatía. Esto podría deberse a que el dolor no depende solo de la fuerza muscular, sino también de otros factores, como la carga excesiva sobre el tendón o alteraciones biomecánicas.

Conclusión: Aunque la fuerza del cuádriceps es un factor relevante en la funcionalidad y el rendimiento físico, los resultados sugieren que no es el principal determinante del dolor en la tendinopatía rotuliana en personas que entrenan en gimnasio. Es posible que la relación entre la fuerza muscular y la Tendinopatía patelar (PT) sea más compleja, involucrando otros factores biomecánicos y funcionales que deben ser considerados en futuros estudios y en los enfoques de tratamiento y rehabilitación.

1. INTRODUCCIÓN

La tendinopatía patelar es una lesión crónica común que se caracteriza por dolor relacionado con la carga en el tendón rotuliano (Breda et al., 2021). La prevalencia de esta tendinopatía en algunos deportes que incluyen actividad de fuerza y salto oscila entre el 11.8% y el 14.4% que asocia síntomas crónicos de dolor patelar. Según la literatura el 53% de los deportistas llegan a abandonar la actividad deportiva. (Scattone Silva et al., 2016) las causas más frecuentes de la aparición del dolor en esta articulación se deben al uso excesivo o la sobrecarga del tendón rotuliano, por no respetar periodos de descanso adecuado entre sesiones de ejercicio intenso y calentar inadecuadamente antes de realizarlo. (Rio et al., n.d.)

La nomenclatura "tendinitis" ha sido reemplazada por "tendinopatía", algunos de los estudios histopatológicos confirman los cambios degenerativos estructurales del tejido del tendón como la característica clave (Breda et al., 2021).Se encuentran signos de degeneración mucoide crónica en lugar de una respuesta inflamatoria aguda. Los tendones patológicos muestran una mayor concentración de colágeno tipo III, en comparación con el colágeno tipo I en el tejido tendinoso sano. (Rosen et al., 2022)

Al observar macroscópicamente como microscópicamente, las áreas afectadas de las fibras de colágeno de los tendones parecen más delgadas y desorganizadas, con fibrosis asociada. A nivel celular, los cambios incluyen hipercelularidad que se caracteriza por la proliferación celular y el aumento de la actividad de los fibroblastos. También se evidencia la neovascularización, o proliferación vascular anormal, junto con una mayor concentración de proteoglicanos y contenido de agua. Estas respuestas patológicas sugieren un intento del tendón de curarse a sí mismo y conducen al aumento a menudo observado en el grosor del tendón que caracteriza típicamente la tendinopatía rotuliana. (Rosen et al., 2022)

Algunos componentes de riesgo incluyen rigidez de los músculos isquiotibiales y cuádriceps, dorsiflexión reducida del tobillo, hiperpronación del pie. (Ragone et al., 2024) Además, se ha sugerido que la tendinopatía está relacionada con un control corticoespinal alterado del complejo músculo-tendón, lo que resulta en una capacidad reducida del sistema nervioso central para reclutar unidades motoras lo que provoca un déficit de fuerza en el cuádriceps (Labanca et al., n.d.)

Un contribuyente principal a la tendinopatía rotuliana es probablemente la sobrecarga mecánica del músculo cuádriceps, lo que resulta en una falla de tensión de las fibras de colágeno dentro del tendón rotuliano. Las tensiones repetitivas dentro del tendón rotuliano sin una recuperación adecuada pueden causar microtraumatismos lo que provoca insuficiencia para la adaptación y curación del tejido. El daño causado por la tensión submáxima excesiva debilita partes del tendón y reduce su capacidad para transferir fuerzas desde el músculo cuádriceps. Esto se presenta clínicamente como debilidad de los extensores de la rodilla.(Rosen et al., 2022)

La fuerza del cuádriceps es clave para la estabilidad articular de la rodilla y puede influir en la carga sobre el tendón rotuliano, lo que justifica el interés por investigar la relación entre la fuerza del cuádriceps y los síntomas de la tendinopatía rotuliana (Rousseau et al., 2022)

2. OBJETIVOS

Analizar la relación entre la fuerza del cuádriceps, la función y la sintomatología de la tendinopatía rotuliana en personas que entrenan en gimnasio.

Evaluar la fuerza del cuádriceps en personas que presentan tendinopatía rotuliana y compararla con la fuerza del cuádriceps en personas sin esta patología.

3. MÉTODO

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo sin intervención, observacional, prospectivo, transversal.

El método de muestreo es no probabilístico por conveniencia. La muestra estuvo constituida por 92 personas que entrenan fuerza en gimnasio en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha, Ecuador durante el año 2025.

3.1 Criterios de Inclusión

Hombres y mujeres entre 18 y 35 años que residan en la ciudad de Quito y mantengan un periodo de entrenamiento de al menos seis meses de experiencia al efectuar actividad de fuerza e hipertrofia en gimnasio.

3.2 Criterios de Exclusión

Cirugías recientes o a su vez alguna historia de cirugía de miembro inferior o columna en los últimos 6 meses, enfermedades neuromusculares o degenerativas que afecten el movimiento o la fuerza muscular, mujeres embarazadas o que sospechen estarlo, uso de medicamentos que puedan afectar el sistema neuromuscular (relajantes musculares o esteroides, antihistamínicos).

Esta investigación se desarrolló bajo las consideraciones éticas y aprobación del protocolo de intervención por parte del comité de ética (CEISH-UTA) y la emisión de la carta de interés por parte del gerente general de "justclick gym" al norte de Quito.

3.3 Descripción del procedimiento

Previo a la socialización de los métodos a emplear con los participantes y la obtención de su consentimiento informado Se informó al grupo el fin de la investigación, cuáles son los parámetros a valorar y comparar. Fueron instruidos sobre el procedimiento y se les solicitó que no realicen ejercicio antes de la medición de fuerza en el cuádriceps mediante el Kinvent. Además, se efectuó una explicación sobre la calificación del dolor mediante el cuestionario Visa-P, los parámetros a considerar y el valor de cada una de las preguntas sobre este. Previo a lo expresado anteriormente las mediciones fueron tomadas en un ambiente controlado para minimizar las variables externas.

El proceso de recopilación de datos se dividió en cuatro fases principales:

1. Evaluación de variables antropométricas: La masa corporal (kg) se midió con una báscula electrónica con una precisión de 100 g con ropa ligera y sin zapatos (seca 803, Basilea, Suiza). Además, la altura corporal (cm) sin zapatos se determinó con una precisión de 0,5 cm con un estadiómetro (seca 217, Basilea, Suiza). El índice de masa corporal (IMC) se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{IMC} = \frac{Peso\ (Kg)}{Estatura^2\ (cm^2)}$$

Ecn 1: Ecuación de índice de masa corporal..

2. Para la prueba del dinamómetro Kinvent cuya confiabilidad es de e ¼ 0,78 a 0,95) y por el examinador (coeficiente de correlación intraclase ¼ 0,83 a 0,97).(Florencio et al., 2019) se ejecutan los siguientes pasos:

   Posición del Sujeto: Participante en posición sedente con las piernas suspendidas, rodillas en 90 grados

   Colocación del Dinamómetro: Posición del dinamómetro y aplicación de resistencia en el tercio antero inferior de la pierna.



Imagen 1: posición del paciente para medición de fuerza

   Procedimiento de Medición: Solicitar la mayor fuerza en una sola contracción a la extensión de la rodilla por 5 segundos contra el dinamómetro. (Se debe realizar en mismo procedimiento de lado contralateral)

   Registra el valor máximo de fuerza alcanzado. Realiza al menos tres mediciones por cada movimiento y se toma el valor máximo.

3. Para registrar la función de la rodilla en base a la percepción del dolor se entregará el cuestionario VISA-P con una confiabilidad de 0.8(Maffulli et al., 2008a) misma que tiene calificación de 100 puntos y valora la incapacidad para realizar actividad física si la calificación del cuestionario es igual o menor a 50 (Maffulli et al., 2008b)

   Cuestionario VISA-P consta de 8 preguntas:

Tabla 1: Interpretación cuestionario VISA-P

VISA P_ESP	
PREGUNTAS	**CLASIFICACION**
1 A 6	0 - 10
7	0,4, 7 o 10
8	En función del tiempo de entreno y el dolor actual

4. Una vez recolectada la información se procederá hacer la relación de los datos obtenidos de la dinamometría y la encuesta VISA-P utilizando Excel y Python como software para el procesamiento de datos.

4. RESULTADOS

Tabla 2. estadística descriptiva de los datos recopilados.

	EDAD (años)	ESTATURA (m)	PESO (kg)	IMC	fcuadcon	fcuadsin	CLASIFICACION VISA-P (DOLOR TENDINOPATIA ROTULIANA) /100
Media	26,9	1,64	65,27	23,97	44,07	48,05	81,82
Desvest	5,7	0,1	13,66	3,25	12,65	12,79	16,05
Max	35	1,88	118	36,02	72,9	77,4	100
Min	18	1,41	37	15,43	21,5	26,8	27

Nomenclatura:

Fcuadsin: fuerza del cuádriceps sin tendinopatía (Kgf)

Fcuadcon: fuerza del cuádriceps con tendinopatía (Kgf)

En la tabla 2 se especifica el promedio de edad es 27 años, con una desviación estándar de 5.7. Esto indica que la mayoría de las personas en la muestra son jóvenes, con una variabilidad moderada.

En estatura la media es 1.64 m. y la estatura con un promedio de 75,27 Kg

IMC (Índice de Masa Corporal): La media de IMC es 23.97, lo cual es considerado dentro de la categoría de "normal" según los rangos estándar de la OMS.

4.1 Fuerza Cuádriceps con y sin tendinopatía

La fuerza del cuádriceps con tendinopatía es de 44.07 Kgf en promedio, mientras que sin tendinopatía es de 48.05 Kgf. La diferencia en la fuerza del cuádriceps es de 3,98 Kgf. Se evidencia que las personas con tendinopatía rotuliana pueden experimentar una leve disminución en la fuerza muscular en comparación con aquellos sin tendinopatía. La desviación estándar cercana para ambas variables (12.65 y 12.79) indica que, si bien hay una tendencia, la variabilidad entre los sujetos es considerable.

4.2 Calificación Visa-P (dolor de tendinopatía rotuliana)

El promedio de dolor según la calificación Visa-P es 81.82, con una desviación estándar de 16.05. Esto sugiere que, en general, los participantes no tienen dolor severo, pero hay una variabilidad notable, ya que la puntuación puede variar entre 27 y 100, lo que refleja una diferencia en la severidad de la sintomatología.

Pruebas formales de Normalidad

Para conocer si la distribución de los datos se ajusta a una distribución normal, se realizaron pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov a las variables: Calificación Visa (dolor), fcuadcon, fcuadsin.

Los resultados muestran que en ninguna de las tres variables es factible ajustar una distribución normal. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 3: Pruebas formales de normalidad

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
	Kolmogorov - Smimov		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
CLASIFICACION VISA	0.1407	0.0474	0.873	0.000
FUERZA CUADRICEPS CON TENDINOPATIA	0.0942	0.3649	0.9543	0.0027
FUERZA CUADRICEPS SIN TENDINOPATIA	0.0894	0.491	0.9602	0.0066

4.3 Correlación de las variables de estudio:

Posterior a rechazar la hipótesis nula que suponía distribución normal de las variables analizadas, se procede a definir y calcular el coeficiente de correlación de Spearman, mismo que de acuerdo con Hauke & Kossowski (2011), se utiliza cuando las variables no cumplen los supuestos de normalidad y se busca medir la fuerza y dirección de una relación monótona entre dos variables ordinales o continuas no paramétricas" en este caso Fuerza Cuádriceps con tendinopatía.

4.4 Coeficiente de Spearman entre VISA (dolor) y Fuerza Cuádriceps con Tendinopatía

El coeficiente de Spearman es (r = 0.0878), lo que indica una relación muy débil entre la calificación VISA (dolor) y la fuerza del cuádriceps en personas con tendinopatía. Además, el valor p=0.4052 es mayor que 0.05, lo que significa que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula que implica que no hay una correlación significativa entre el dolor (VISA) y la fuerza del cuádriceps con tendinopatía en la muestra.

4.5 Coeficiente de Spearman entre VISA (dolor) y Fuerza Cuádriceps sin Tendinopatía

El coeficiente de Spearman es (r=-0.0026), lo que indica una correlación extremadamente débil entre la calificación VISA (dolor) y la fuerza del cuádriceps sin tendinopatía. El valor p (0.9807) es mucho mayor que 0.05, lo que significa que no existe una correlación significativa entre la fuerza del cuádriceps sin tendinopatía y el dolor en la muestra.

En los correspondientes diagramas de dispersión se puede evidenciar que casi no hay correlación entre las variables de fuerza en cuádriceps y la función y el dolor según Visa -P, lo que supone una "independencia lineal".

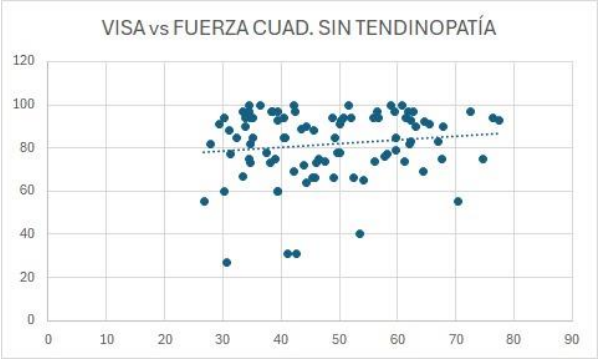


Figura 1. Gráfico de dispersión entre Fuerza y Dolor (Visa-P) Sin Tendinopatía rotuliana

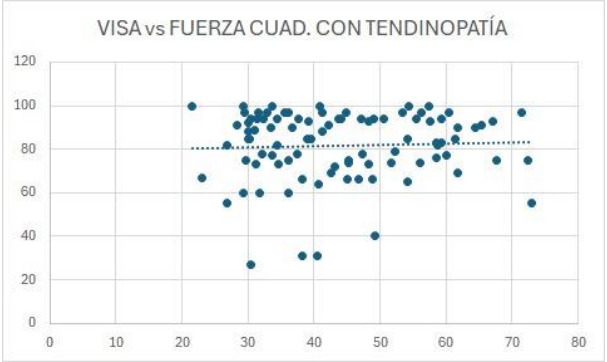


Figura 2. Gráfico de dispersión entre Fuerza y Dolor (Visa-P) Con Tendinopatía rotuliana

Por su parte, las gráficas de caja y bigote muestran una superposición parcial de los rangos intercuartílicos sugiere que, aunque hay diferencias en la tendencia central y la dispersión, puede haber cierta variabilidad compartida.

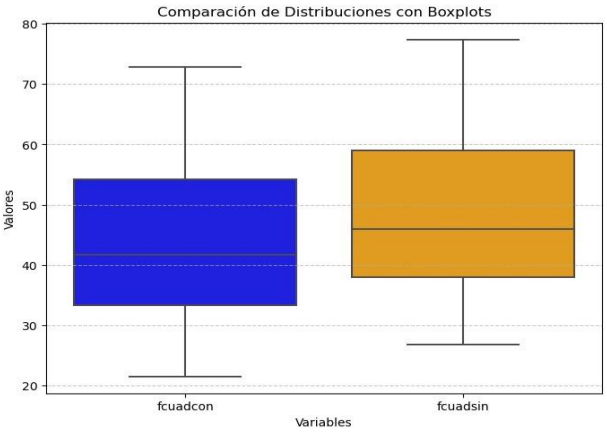


Figura 3. Graficas de caja y bigote de las variables analizadas

4.6 Intervalos de confianza mediante el método de Bootstrap

Para robustecer el análisis estadístico, se definieron los intervalos de confianza al 95% para las variables "fuerza del cuádriceps con tendinopatía" y "fuerza del cuádriceps sin tendinopatía". Habiendo demostrado anteriormente (Mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov") que los datos de esas variables no siguen una distribución normal, se procedió a determinar los intervalos de confianza mediante el método de Bootstrap. De acuerdo con (Solanas & Sierra, 1992) este método aplica en distribuciones no paramétricas (no ajustables a la distribución normal) el cual implica generar múltiples muestras aleatorias con reemplazo a partir de los datos originales. Este enfoque es útil cuando las suposiciones clásicas de normalidad no se cumplen, permitiendo una evaluación robusta de la variabilidad y precisión de las estimaciones sin necesidad de hacer supuestos sobre la distribución de los datos

Intervalo de confianza del 95%	
Media de fuerza de cuádriceps con tendinopatía	41.509,46.633
Media de fuerza de cuádriceps sin tendinopatía	45.473,50.684

Tabla 4: Intervalo de confianza

En este caso, los intervalos se superponen, lo que implica que no hay evidencia estadística para mencionar que hay distintos valores de fuerza con y sin tendinopatía, es decir, que los valores de la fuerza no son concluyentes o definitorios con la condición de tendinopatía.

5. DISCUSIÓN

5.1 Relación entre la fuerza del cuádriceps y la tendinopatía rotuliana

Los resultados de esta investigación mostraron una correlación muy débil entre la fuerza del cuádriceps y el dolor en la tendinopatía rotuliana (PT) en individuos que entrenan en gimnasio. Este hallazgo sugiere que la fuerza muscular del cuádriceps no es un predictor principal del dolor experimentado por las personas con PT en este grupo específico, lo cual contradice

algunas teorías que sugieren que un cuádriceps más fuerte puede aliviar la carga sobre el tendón rotuliano y reducir el dolor. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han encontrado que la relación entre la fuerza del cuádriceps y la PT no siempre es directa.

Por ejemplo, (Fendri et al., 2024) hallaron que la debilidad y el dolor del cuádriceps están asociados con una estabilidad postural deteriorada en atletas con PT. Aunque su investigación sugiere que mejorar la fuerza del cuádriceps podría mejorar la estabilidad postural, no establece una relación definitiva entre la fuerza y la sintomatología del dolor. Este estudio indica que, en algunos casos, la debilidad muscular puede estar más relacionada con la inestabilidad postural y el riesgo de lesiones, lo que podría interferir con la capacidad de los atletas para realizar ciertos movimientos, pero no necesariamente con el dolor.

Por otro lado, (Witvrouw et al., 2001) argumentaron que la fuerza del cuádriceps no se asocia directamente con la tendinitis rotuliana, señalando que la medición de la fuerza explosiva o excéntrica podría arrojar resultados diferentes. Además, mencionaron que otros factores, como la falta de flexibilidad o la debilidad en los músculos isquiotibiales, podrían estar más relacionados con la aparición de la PT. Estos hallazgos subrayan que la relación entre la fuerza muscular y la tendinopatía rotuliana es compleja y probablemente influenciada por múltiples factores.

5.2 Posibles explicaciones para la baja correlación

La correlación débil encontrada en este estudio podría explicarse por varios factores. Primero, como se menciona en los estudios previos, la medición de la fuerza del cuádriceps por sí sola puede no ser suficiente para explicar el dolor en la PT. La fuerza explosiva o excéntrica podría tener una mayor influencia en el control de la carga sobre el tendón rotuliano (Witvrouw et al., 2001). En este sentido, la capacidad de los músculos para manejar cargas dinámicas podría ser más relevante para la prevención y el manejo del dolor que la fuerza estática medida en los estudios.

Además, otros aspectos biomecánicos y funcionales, como la mecánica de movimiento o el equilibrio muscular (por ejemplo, la relación entre los músculos cuádriceps e isquiotibiales), podrían desempeñar un papel más importante en la aparición del dolor en la tendinopatía rotuliana. Este enfoque más holístico es respaldado por (Witvrouw et al., 2001), quienes sugieren que la alteración en el equilibrio entre los grupos musculares y la falta de flexibilidad en los músculos antagonistas (como los isquiotibiales) podrían ser factores de riesgo para la tendinopatía rotuliana.

5.3 Limitaciones y direcciones futuras

Es importante señalar que, aunque la correlación entre la fuerza del cuádriceps y el dolor fue baja, nuestra investigación se limitó a una muestra de individuos que entrenan en gimnasio, lo que podría no ser representativo de la población general con tendinopatía rotuliana. Además, como algunos estudios sugieren (Lopes et al., 2024), se necesita una mayor investigación para entender mejor cómo otros factores, como la flexibilidad de los isquiotibiales, la técnica de ejercicio y la frecuencia de entrenamiento, podrían influir en la progresión y los síntomas de la PT. Sería beneficioso realizar estudios longitudinales y de intervención que no solo midan la

fuerza del cuádriceps, sino también otros parámetros relacionados con el control motor y la mecánica de movimiento.

6. CONCLUSIÓN

El dolor en la tendinopatía rotuliana podría ser multifactorial, involucrando una combinación de factores mecánicos, neuromusculares y metabólicos que no son completamente capturados por la medición de la fuerza aislada del cuádriceps. Además, el tipo de entrenamiento, la técnica de ejercicio, la carga de trabajo y los factores de recuperación pueden desempeñar roles cruciales en la aparición y persistencia de los síntomas de la PT. Estos hallazgos refuerzan la idea de que el tratamiento y la prevención de la tendinopatía rotuliana deben ser abordados de manera integral, considerando no solo la fuerza muscular, sino también la estabilidad postural, la flexibilidad y la técnica de movimiento adecuada.

A pesar de que la relación entre la fuerza del cuádriceps y el dolor en la tendinopatía rotuliana no fue tan fuerte como se esperaba, es fundamental reconocer que la fuerza muscular sigue siendo un factor importante para el rendimiento general y la funcionalidad de la rodilla. Sin embargo, lo resultados sugieren que el fortalecimiento del cuádriceps por sí solo podría no ser suficiente para reducir los síntomas dolorosos en todos los casos de PT, y otros enfoques terapéuticos deben ser considerados.

Finalmente, este estudio destaca la necesidad de más investigaciones que exploren otros aspectos como la fuerza explosiva, el equilibrio entre músculos agonistas y antagonistas, y la adaptación del sistema musculoesquelético a largo plazo en diferentes poblaciones. La implementación de estudios longitudinales podría ofrecer una visión más clara sobre cómo los diferentes factores interaccionan para influir en la progresión y el tratamiento de la tendinopatía rotuliana.

7. REFERENCIAS

Breda, S. J., Oei, E. H. G., Zwerver, J., Visser, E., Waarsing, E., Krestin, G. P., & De Vos, R. J. (2021). Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: A randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, *55*(9), 501–509. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103403

Fendri, T., Beaune, B., Kasmi, S., Chaari, F., Sahli, S., & Boyas, S. (2024). Relationship Between Postural Stability and Proprioception, Pain, Quadriceps Strength, and Muscle Tightness in Athletes With Patellar Tendinopathy. *Sports Health*. https://doi.org/10.1177/19417381241231617

Florencio, L. L., Martins, J., da Silva, M. R. B., da Silva, J. R., Bellizzi, G. L., & Bevilaqua-Grossi, D. (2019). Knee and hip strength measurements obtained by a hand-held dynamometer stabilized by a belt and an examiner demonstrate parallel reliability but not agreement. *Physical Therapy in Sport*, *38*, 115–122. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.011

Labanca, L., Rocchi, J. E., Carta, N., Giannini, S., & Macaluso, A. (n.d.). *NMES superimposed on movement is equally effective as heavy slow resistance training in patellar tendinopathy*. www.ismni.org

Lopes, H. S., Waiteman, M. C., Priore, L. B., Glaviano, N. R., Bazett-Jones, D. M., Briani, R. V., & Azevedo, F. M. (2024). There is more to the knee joint than just the quadriceps: A systematic review with meta-analysis and evidence gap map of hamstring strength, flexibility, and morphology in individuals with

gradual-onset knee disorders. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 13, Issue 4, pp. 521–536). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.08.004

Maffulli, N., Longo, U. G., Testa, V., Oliva, F., Capasso, G., & Denaro, V. (2008a). VISA-P score for patellar tendinopathy in males: Adaptation to Italian. *Disability and Rehabilitation*, *30*(20–22), 1621–1624. https://doi.org/10.1080/09638280701786070

Maffulli, N., Longo, U. G., Testa, V., Oliva, F., Capasso, G., & Denaro, V. (2008b). VISA-P score for patellar tendinopathy in males: Adaptation to Italian. *Disability and Rehabilitation*, *30*(20–22), 1621–1624. https://doi.org/10.1080/09638280701786070

Ragone, F., Pérez-Guillén, S., Carrasco-Uribarren, A., Cabanillas-Barea, S., Ceballos-Laita, L., Rodríguez-Rubio, P. R., & Cabanas-Valdés, R. (2024). The Effects of Soft-Tissue Techniques and Exercise in the Treatment of Patellar Tendinopathy—Systematic Review and Meta-Analysis. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/healthcare12040427

Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Lorimer Moseley, G., Pearce, A. J., & Cook, J. (n.d.). *Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy*. https://doi.org/10.1136/bjsports

Rosen, A. B., Wellsandt, E., Nicola, M., & Tao, M. A. (2022). Clinical Management of Patellar Tendinopathy. *Journal of Athletic Training*, *57*(7), 621–631. https://doi.org/10.4085/1062-6050-0049.21

Rousseau, A. F., Kellens, I., Delanaye, P., Bruyère, O., Misset, B., & Croisier, J. L. (2022). Experimental Approach of Quadriceps Strength Measurement: Implications for Assessments in Critically Ill Survivors. *Diagnostics*, *12*(1). https://doi.org/10.3390/diagnostics12010202

Solanas, A., & Sierra, V. (1992). *Bootstrap: fundamentos e introducción a sus aplicaciones** (Vol. 55).

Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Danneels, L., & Cambier, D. (2001). *Intrinsic Risk Factors for the Development of Patellar Tendinitis in an Athletic Population A Two-Year Prospective Study**.