



# **Eficacia del Entrenamiento con Resistencia Inercial vs Resistencia Pesada y Lenta en el Tratamiento de la Tendinopatía Rotuliana Crónica**

**Diego Ruffino.**

Tesis (Doctorado en Ciencias de la Salud)--Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas, 2020.

Aprobada: 2021

Este documento está disponible para su consulta y descarga en RDU (Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba). El mismo almacena, organiza, preserva, provee acceso libre y da visibilidad a nivel nacional e internacional a la producción científica, académica y cultural en formato digital, generada por los miembros de la Universidad Nacional de Córdoba. Para más información, visite el sitio <https://rdu.unc.edu.ar/>

Esta iniciativa está a cargo de la OCA (Oficina de Conocimiento Abierto), conjuntamente con la colaboración de la Prosecretaría de Informática de la Universidad Nacional de Córdoba y los Nodos OCA. Para más información, visite el sitio <http://oca.unc.edu.ar/>

Esta obra se encuentra protegida por una Licencia Creative Commons 4.0 Internacional



Eficacia del Entrenamiento con Resistencia Inercial vs Resistencia Pesada y Lenta en el Tratamiento de la Tendinopatía Rotuliana Crónica by Diego Ruffino is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Médicas**

**“Eficacia del Entrenamiento con Resistencia Inercial vs  
Resistencia Pesada y Lenta en el Tratamiento de la Tendinopatía  
Rotuliana Crónica”**

**Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en  
Ciencias de la Salud**

**Lic. Diego Ruffino**

**CÓRDOBA – ARGENTINA**  
**2020**

**DIRECTORA**

Dra. Vilma Campana

**CO-DIRECTOR**

Dr. Peter Malliaras

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE TESIS**

Dra. Paula Alba Moreyra

Dr. Matías Mercáu

“LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS NO SE HACE SOLIDARIA CON LAS  
OPINIONES DE ESTA TESIS”.

Artículo 43 del Reglamento del DCS (RHCD 722/2010 y RHCS 1027/2010).

## **AGRADECIMIENTOS**

A Mai, mi compañera, por el apoyo incondicional, por confiar en mí y acompañarme en todo momento.

A mi familia

A mi directora de Tesis, Dra. Vilma Campana, por su ayuda y guía constante durante el todo este tiempo.

A mi co-director, Dr. Peter Malliaras, por su enorme generosidad

A mi Universidad y profesores por formarme

## **Índice**

Resumen

Resume

### **Capítulo I:** Introducción

Hipótesis y objetivos

### **Capítulo II:** Materiales y métodos

### **Capítulo III:** Resultados

### **Capítulo IV:** Discusión

## **Conclusión**

## **Bibliografía**

## **Anexos**

## RESUMEN

La tendinopatía rotuliana es una patología frecuente que se produce por sobrecarga, principalmente en deportistas jóvenes sometidos a alta demanda de fuerza y potencia del mecanismo extensor de rodilla como fútbol, vóley y básquet. Se caracteriza con un cuadro de dolor localizado relacionado a la carga que condiciona a un déficit funcional.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento con sobrecarga inercial (IR), comparado con un programa de ejercicios de resistencia pesada y lenta (HSRT), en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica (TR). Se realizó un ensayo clínico, controlado y aleatorizado, con 42 pacientes de ambos sexos, de 18 a 50 años, con diagnóstico de TR unilateral y más de 3 meses de evolución, entre enero/2018 y marzo/2020. Fueron distribuidos en grupos: control (HSRT) (n=21) y de estudio (IR) (n=21). Ambos programas tuvieron una duración de 12 semanas y fueron realizados en un gimnasio de la ciudad de Córdoba. Los pacientes fueron evaluados al inicio y final del estudio por medio de herramientas validadas, como el cuestionario VISA-P, la Escala Funcional Específica del Paciente, la calidad de vida relacionada con la salud a través del EuroQol-5D, se analizaron los eventos adversos, la adherencia al ejercicio, la percepción de mejoría a través de la escala de Impresión de Mejoría Global del Paciente, se realizaron test provocativos de carga, evaluación ecográfica y test físicos como dorsiflexión de tobillos, salto vertical, triple salto y fuerza en miembros inferiores.

Los resultados de los test provocativos: sentadilla a una pierna en plano declinado (SDS) y extensión de rodilla, puntuados a través de la EVA, mostraron diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre el inicio y el final en ambos tratamientos. La puntuación de VISA-P obtenida en ambos grupos entre el momento inicial del programa, a las 6 y a las 12 semanas mostró diferencias significativas ( $p < 0,001$ ). Al relacionar los puntajes obtenidos de VISA-P con los test provocativos, se obtuvo una relación lineal inversa ( $r = -0.47$ ), tanto con SDS ( $p = 0.0017$ ) como con extensión de rodilla ( $r = -0.443$ ) ( $P = 0.0033$ ). El puntaje del EuroQol-5D al inicio y finalización de ambos tratamientos expresó una diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ). Entre la puntuación de la Escala Funcional del Paciente al inicio y finalización de cada

entrenamiento hubo diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ). Respecto a la puntuación de la Escala Impresión Global de Cambio de ambos programas, se encontró una asociación entre la percepción de mejoría de los pacientes al finalizar (con respecto al dolor y a las actividades físicas) y el tratamiento realizado: HSRT ( $p < 0,005$ ) - IR ( $p < 0,02$ ). Las 5 pruebas funcionales: evaluación de la fuerza por medio de test RM submáxima (sentadilla horizontal y extensores de rodilla), movilidad de tobillo, triple hop test y test de salto vertical con contramovimiento, en ambos programas mostraron diferencias significativas entre el inicio y el final de los mismos. Los resultados de los hallazgos ecográficos, respecto al grosor del tendón (thickness) y al porcentaje de neovascularización no mostraron diferencias significativas entre el antes y después de los entrenamientos.

Ambos tratamientos tuvieron 95% de adherencia y no se registraron efectos adversos.

Tanto el programa de entrenamiento con sobrecarga inercial (IR) como el programa control de ejercicios de resistencia pesada y lenta (HSRT), en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica (TR) son eficaces y seguros, disminuyendo el dolor y mejorando la funcionalidad.

### **Palabras claves**

Tendinopatía, rotuliana, crónica, entrenamiento, inercial, pesada y lenta.



## Resume

Patellar tendinopathy (PT) is a common injury caused by overuse, that affects specially young athletes. It requires a high demand of strength and power over the knee extensor, in sports such as soccer, volleyball and basketball. It is characterized by pain localized in the inferior pole of the patella. This dysfunction is usual in activities with high demand on the knee extensors and it is related to sports like soccer, basket or volley.

The main objective of this study is to compare clinical symptoms and function comparing the effectiveness of an inertial flywheel resistance program with a heavy slow resistance one over a 12 weeks period in individuals with chronic patellar tendinopathy. We conduct a randomized clinical trial from January 2018 to March 2020. Forty-two participants, both sexes, between the ages of 18 to 50 took part in it. They were all previously diagnosed with unilateral patellar tendinopathy of more than 3 months duration. Participants were randomly divided in to two groups. One a control group (HSR) and the other a study group (IFR). Treatment programs lasted 12 weeks and they were carried out in a gym located in Córdoba city.

We evaluated the participants at the beginning of the study and then after twelve weeks of treatment. To such measurements we use among others, the scores of Spanish Victorian Institute of Sport Assessment for Patella (VISA-P), Patient Specific Functional Scale, health status (using the EuroQol-5D-5L™ questionnaire). We also checked adverse events such as adherence to exercise, perception of improvement (using Patient Global Improvement Impression scale), and pain provocation test for the patellar tendon (numerical rating score of pain between 0 and 10). A musculoskeletal radiologist assessed patellar tendon thickness and Doppler signal. In addition, we performed physical tests such as ankle dorsiflexion, vertical jump, triple hop test and lower limb strength.

Pain provocation tests for the patellar tendon: single leg decline squat and knee extension, scored with VAS, showed significant differences ( $p < 0.0001$ ) between the initial date and after 12 weeks in both treatments.

The VISA-P score obtained in both groups at the initial date and after 6 and 12 weeks showed significant differences ( $p < 0.001$ ). When relating the scores obtained from VISA-P with the provocative tests, we got an inverse linear relationship ( $r = -$

0.47), both with SDS ( $p = 0.0017$ ) and with knee extension ( $r = -0.443$ ) ( $P = 0.0033$ ). The EuroQol-5D scored at the beginning and at the end of both treatments expressed a significant difference ( $p < 0.0001$ ). There was also a significant difference between the score of the Patient Functional Scale at the beginning and the end of each training program ( $p < 0.0001$ ). Regarding the score of the Global Impression of Change Scale in both programs, we found a relation between the perception of improvement of the patients at the end (with respect to pain and physical activities) and the treatment carried out: HSRT ( $p < 0.005$ ) - IR ( $p < 0.02$ ). Both programs showed significant differences between the beginning and the end when we took into account the five functional tests: strength evaluation through submaximal RM test (horizontal squat and knee extensors), ankle mobility, triple hop test and vertical jump test with countermovement. The results of the ultrasound findings, regarding the thickness of the tendon and the percentage of neovascularization did not show significant differences before and after training. Both treatments had 95% adherence and no adverse effects.

The results of this study show that inertial flywheel and heavy slow resistance programs are effective and safe, reducing pain and improving performance, in patients with chronic patellar tendinopathy.

## INTRODUCCIÓN

La *tendinopatía rotuliana (TR)* es una lesión frecuente, que se produce por sobrecarga, principalmente en deportistas sometidos a alta demanda de fuerza y potencia del aparato extensor de rodilla, tales como voleibolistas, basquetbolistas y futbolistas (Frohm et al, 2007; Zwerver et al, 2011). Antiguamente, esta lesión se denominaba “rodilla del saltador” (Maffulli y Almekinders, 2003; Visnes y Bahr, 2007), pero ese término es inapropiado, ya que también se presenta en personas que no practican deportes de salto y en individuos sedentarios (Malliaras et al, 2015).

En la literatura se describe una alta prevalencia de TR. En jugadores de vóley y básquetbol profesional se ha reportado una incidencia del 32-45% (Malliaras et al, 2006); aunque también una prevalencia del 3-14% en deportistas de tipo recreacional (Lian et al, 2005; Zwerver et al, 2011). Más de la mitad de los atletas con TR puede continuar percibiendo síntomas, incluso 10 años después de finalizada su actividad deportiva (Kettunen et al, 2002).

La TR continua siendo un desafío, para médicos y rehabilitadores debido su alta incidencia (Van Der Worp et al, 2011). Este hecho puede deberse a que los mecanismos fisiológicos de la patología y la causa del dolor no han sido del todo esclarecidos (Río et al, 2014). En este sentido, durante años se consideró que la TR era una afección de tipo inflamatoria (tendinitis), pero en las últimas décadas, estudios histopatológicos demostraron una mínima presencia de marcadores inflamatorios, sugiriendo que se trataría de un estadio degenerativo (tendinosis) (Khan et al, 1996; Danielson et al, 2006). Aunque algunos investigadores señalan que la condición inflamatoria no puede ser completamente descartada, ya que podría estar presente en las primeras etapas de la lesión (Millar et al, 2010; Mosca et al, 2018). Debido a esto, el término que recomienda la literatura actual es “*tendinopatía*” (Rees y Scott, 2014; Scott et al, 2020).

La TR Es una lesión de difícil manejo, que condiciona funcionalmente al paciente provocando un importante impacto en la calidad de vida (Matheson et al, 2011). Un tercio de los sujetos con TR, no pueden regresar al deporte dentro de los 6 meses y un 53% se ve obligado al retiro deportivo (Kettunen et al, 2002). Debido al lento proceso adaptativo del tendón, la rehabilitación es prolongada y se han propuesto 4 etapas: 1. Disminución de los síntomas por medio de la reducción de carga; aunque ésta es fundamental, no es aconsejable que sea total, ya que la inactividad completa perjudica de forma considerable la función y propiedades del tendón (Kannus et al, 2007; Magnusson et al, 2010); 2. Aumento de la capacidad de tolerancia por medio de un programa de ejercicios progresivo; 3. Incorporación de cargas de almacenamiento y liberación de energía (saltar, correr, desacelerar), es fundamental para continuar con la adaptación miotendinosa y 4. Retorno deportivo (Malliaras et al, 2015).

La primera opción de *tratamiento* en TR es el tratamiento conservador, que incluye la educación al paciente, control de la carga y ejercicios progresivos de fortalecimiento neuromuscular. En la actualidad, aunque el ejercicio es el recurso más recomendado y empleado en el tratamiento de la TR, no existe un consenso claro acerca de la intensidad, velocidad, frecuencia de carga y manejo de esta progresión (Docking y Cook, 2019).

Teniendo en cuenta la alta incidencia e impacto de la TR en personas que realizan deportes de forma profesional o recreativa, la disfunción que provoca afectando el desempeño o hasta el abandono de la actividad física y la falta de ensayos clínicos controlados, consideramos necesario investigar nuevas opciones de entrenamientos con cargas como tratamiento.

## Anatomía, histología y fisiología del tendón rotuliano

La comprensión de la estructura y función del tendón rotuliano es fundamental para una adecuada planificación de la rehabilitación (Bojsen-Møller y Magnusson, 2019). Los tendones están compuestos principalmente por colágeno tipo I y proteoglicanos. La matriz extracelular contiene 68% de agua, 30% colágeno y 2% elastina (Benjamin et al, 2008). Entre las fibras de colágeno están los tenocitos, células capaces de producir colágeno tipo I y moléculas de la matriz extracelular durante el crecimiento y el proceso de curación. Aunque los tendones comparten la misma arquitectura, existen diferencias entre ellos (Lipman et al, 2018).

El *tendón rotuliano* (Figura 1) es una estructura de tejido conectivo, que frecuentemente es conocido como ligamento debido a que conecta dos huesos, la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia (Husseini et al, 2018). Sin embargo, se observó que el tendón rotuliano posee las mismas características de otros tendones y diferentes a la de los ligamentos (Rumian y Birch, 2007). Es un tendón plano, de unos 30 mm de ancho, 4-5 mm de grosor y de 40-50 mm de longitud aproximadamente; y su función es transmitir la fuerza generada por el cuádriceps a la porción proximal y anterior de la tibia (Andrikoula et al, 2006).

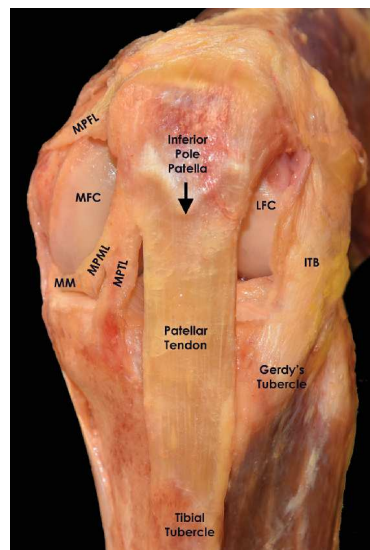


Figura 1: anatomía del tendón rotuliano (Kruckeberg et al, 2018).

Macroscópicamente, el tendón rotuliano es de color blanco y está formado por fibras paralelas de colágeno (O'Brien, 2007) que le confieren gran resistencia y rigidez a la tensión, pero menor capacidad para soportar cargas de fricción y compresión (Arnoczky, 1999; Hamilton y Purdam, 2004). A su vez, el tendón está recubierto por tejido conjuntivo, denominado peritendón, el cual posee dos capas: el epitendón y el paratendón, lo que permite cierto deslizamiento respecto a los tejidos circundantes (Figura 2) (Danielson et al, 2006). En su longitud, los tendones poseen tres zonas específicas de unión: músculo-tendón, miotendinosa, tendón-hueso, osteotendinosa y media o cuerpo del mismo (Arnoczky, 1999).

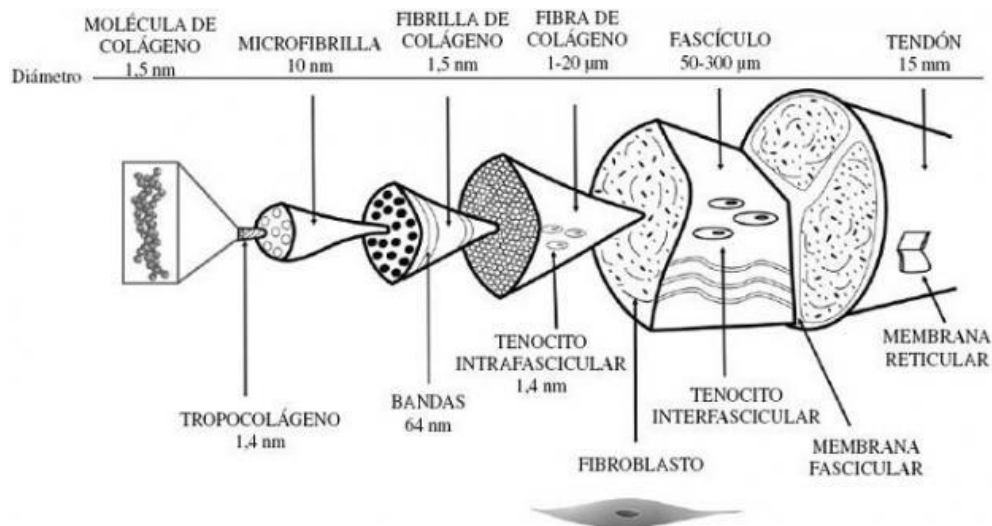


Figura 2. La estructura jerárquica de un tendón (Screen, 2009).

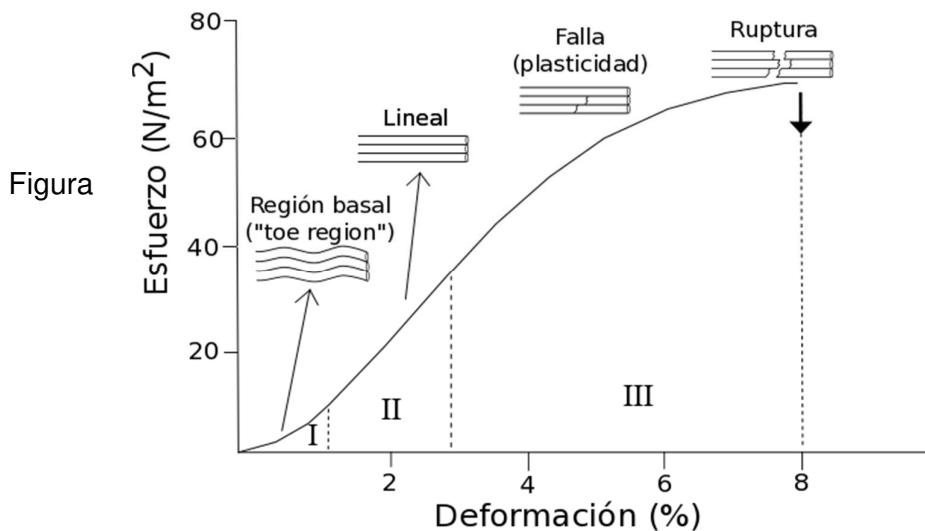
Los tendones son considerados estructuras relativamente avasculares comparado a otros tejidos, como los músculos o la piel (Kirkendall y Garrett, 2007). En el caso del tendón rotuliano, los principales vasos que aportan sangre al tejido son las ramas descendente e inferior (medial) de la arteria genicular, así como las ramas recurrentes de la arteria tibial anterior; todas las anteriores son ramas de las arterias femoral y poplítea (Pang et al, 2009).

La inervación del tendón es fundamentalmente aferente, de tipo propioceptivo (O'Brien, 2007). Se origina de pequeñas ramas terminales del nervio ciático, sobre todo de la rama poplítea. Posee fibras mielínicas de tipo A y órganos especializados de alta sensibilidad a los estímulos mecánicos, así como terminaciones nerviosas libres (Benjamin y Ralphs, 1997).

Danielson et al. (2006), descubrieron una inervación autónoma en el tendón rotuliano, la cual podría desempeñar un papel importante en la transmisión nociceptiva cuando existe patología crónica.

Mecánicamente, los tendones son estructuras extremadamente fuertes (DeFrate et al, 2007), que durante el movimiento actúan almacenando y liberando energía elástica, posibilitando la absorción de impactos y ejecución de movimientos (Johnson et al, 1994).

El tendón rotuliano tiene una configuración en espiral u ondulada en reposo, que desaparece cuando se estira entre un 2-4%, mostrando una respuesta lineal al estrés (Kirkendall y Garrett, 2007) (Figura 3). Si el estiramiento no es mayor de un 4%, el tendón recupera su configuración ondulada original. Si por el contrario, las fuerzas de tracción se mantienen y superan ese 4%, el colágeno empieza a romperse y existe el riesgo de ruptura parcial (O'Brien, 1992). Con una deformación mayor del 8-10%, la posibilidad de ruptura completa del tendón es elevada (Fleming y Beynnon, 2004).



3. Curva tensión-deformación de los tendones (Daley, 2001).

En un análisis dinámico, la fuerza de tracción sobre el tendón varía en función del ángulo de flexión de la rodilla, encontrándose el punto crítico entorno a los 45° (Krevolin y Pandy, 2004). La carga que se produce en el tendón rotuliano al caminar es de 0,5 KN, mientras que durante el aterrizaje puede alcanzar 8 KN, durante la carrera 9 KN y 14,5 KN durante el levantamiento de pesas a nivel competitivo (Zernicke et al, 1977; Stanish y Curwin, 1986).

### **Etiología y Factores de Riesgo**

La etiología de la TR es multifactorial y la evidencia aún no es del todo clara. En miembros inferiores, cargas que implican ciclos de estiramientos - acortamientos repetitivos sin un adecuado tiempo de recuperación, podrían conducir al desarrollo de la patología. Los cambios súbitos de carga, que comúnmente son llamados “errores de entrenamiento”, son el factor de riesgo principal (Visnes y Bahr, 2013; Janssen et al, 2014;) y puede estar relacionado a su vez a factores de riesgo intrínsecos e individuales, lo cual provocaría una disminución de la capacidad del tendón de tolerar cargas (Malliaras y O’Neill, 2017).



Dentro de los factores de riesgo descritos son: edad, peso, índice de masa corporal, perímetro de cintura-cadera (Malliaras y Cook, 2007), diferencia longitud de pierna y rótula alta en hombres (Kujala et al, 1986), altura arco del pie (Crossley et al, 2007), dorsiflexión de tobillo limitada (Malliaras y Cook, 2006; Backman y Danielson, 2011), flexibilidad de cuádriceps e isquiotibiales (Cook et al, 2004; Witvrouw et al, 2001), debilidad de cuádriceps e isquiotibiales (Crossley et al, 2007), capacidad de salto vertical (Visnes et al, 2013; Lian et al, 2003) y factores sistémicos (diabetes, genética, lípidos, colesterol) (Abate et al, 2009).

### Concepto de Carga - Adaptación del tendón

La carga puede definirse como el estímulo que se genera a través de ejercicios o acciones motrices y que repercuten sobre el organismo (Figura 4) (Soligard et al, 2016). En este sentido, la carga es necesaria para mantener la homeostasis y función normal de los tendones (Fouda et al, 2017). Una carga adecuada acompañada de una recuperación suficiente, produce la adaptación biológica del tejido, mejorando las características de este con una mayor capacidad de tolerancia (Meeusen et al, 2006).

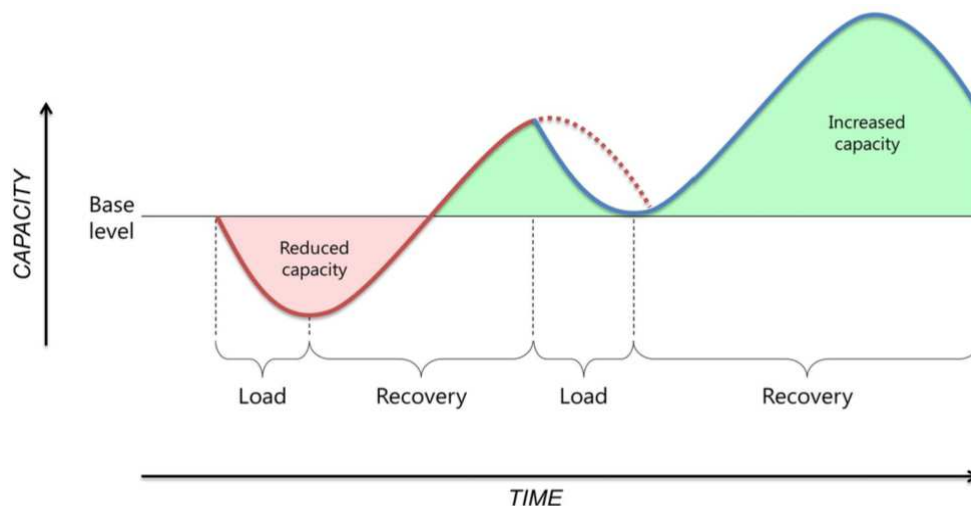


Figura 4. Mala adaptación biológica a través de ciclos de carga excesiva con o sin recuperación inadecuada (Soligard et al, 2016).

Cuando un tendón es sometido a carga, los tenocitos responden produciendo citoquinas que remodelan y reparan la matriz extracelular. Este proceso mediante el cual el organismo transforma un estímulo mecánico en una respuesta química, es conocido como mecanotransducción (Khan y Scott, 2009). A su vez, los tendones soportan tres tipos de cargas: ténsiles, compresivas o de fricción. Se cree que la repetición de cargas de almacenamiento y liberación de energía en el tendón (correr, saltar, desacelerar), junto con la compresión y un insuficiente tiempo de recuperación, serían factores primordiales en el desarrollo de las tendinopatías (Cook y Purdam, 2012; Thampatty y Wang, 2018).

### **Proceso de curación del tendón**

Han sido descritas 3 fases de curación del tendón: *inflamación*, *reparación* y *remodelación*. La *fase inflamatoria* persiste aproximadamente entre 2 y 7 días, comienza cuando ocurre la lesión, mientras se forma un hematoma. Este proceso activa mediadores vasodilatadores y nuevos fibroblastos generando una red de capilares (Woo et al, 2000). La *fase de reparación* suele comenzar entre el 3º o 5º día y se mantiene unas pocas semanas. Se caracteriza por la aparición de células reparadoras (fibroblastos, fibrocitos, macrófagos y células endoteliales), que sintetizan abundantes componentes de la matriz extracelular depositándose en el sitio de la lesión. Al 4º día, la población celular está constituida básicamente por macrófagos y fibroblastos que tienen la capacidad de producir colágeno, proteínas y sustancia amorfa, originando el tejido de granulación. En la última fase, el colágeno tipo III irá reemplazando al tipo I. La aplicación de estrés mecánico sobre los fibroblastos del tendón, provoca un aumento de su proliferación (Molloy y Wang, 2003). La *fase de remodelación* va desde la 8ª semana hasta el año. Las células disminuyen de manera progresiva, aumenta la capacidad de síntesis y la matriz extracelular aparece mejor organizada. A su vez, disminuyen los macrófagos, fibroblastos y nuevos capilares. El colágeno aparece más denso y exclusivamente de tipo I, aumentando la fuerza ténsil del tendón (Figura 5) (Woo et al, 1982).

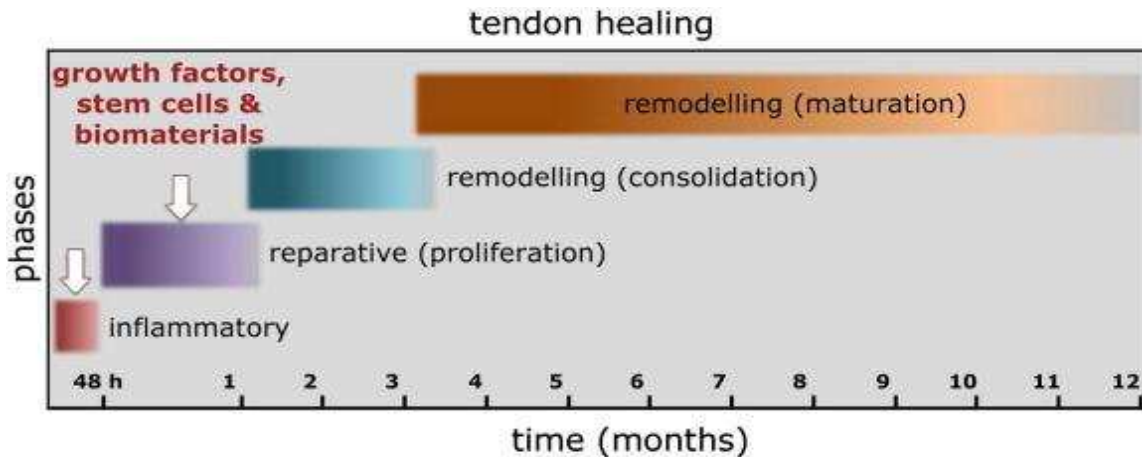


Figura 5. Proceso de reparación del tendón en humanos (Docheva et al, 2015).

Como fue mencionado, el proceso de curación del tendón es prolongado debido a su tasa metabólica lenta. Los tenocitos que producen colágeno tienen un tiempo de rotación de 50-100 días (Peacock, 1959). Si el tiempo de reparación no es adecuado, los tenocitos pueden morir debido a una tensión excesiva. Por este motivo, se recomienda dar tiempo para el tratamiento y evitar el uso excesivo del tendón (Alexander et al, 2007).

### Fisiopatología

Varios autores intentaron explicar a través de diversos modelos, el proceso fisiopatológico de las tendinopatías. Abate et al. (2009) sugirieron que se produce una secuencia de eventos, similar a un "iceberg" (Figura 6), que van desde cambios histológicos hasta la presentación clínica. El tendón sometido a sobrecargas repetitivas sin respetar los tiempos de adaptación necesaria, producirían daño a nivel microscópico debilitando al colágeno, produciéndose cambios patológicos en la matriz extracelular y a nivel vascular (Wren et al, 2003; Sharma y Maffulli, 2006). La base del iceberg sería lo que sucede en condiciones fisiológicas, es decir, durante la práctica de ejercicios en condiciones normales, si los tiempos de recuperación o el flujo sanguíneo fuesen inadecuados, el esfuerzo repetitivo daría lugar a *microdaños en el tendón* (1ª fase de la tendinopatía); en una 2ª fase, se produciría una *cascada patogénica* con liberación de mediadores químicos,

factores de crecimiento vascular y radicales libres de oxígeno, lo que resultaría en la degradación del tendón, el aumento de la angiogénesis, la neovascularización y la proliferación nerviosa, generando una inflamación neurogénica. Por último, la punta del iceberg corresponde al *dolor* que es la fase final del *proceso degenerativo crónico* de los tendones (Abate et al, 2009). Desde el punto de vista conceptual, implica que el dolor corresponde al síntoma de alarma, mientras existe una serie de procesos que subyacen a esta condición.

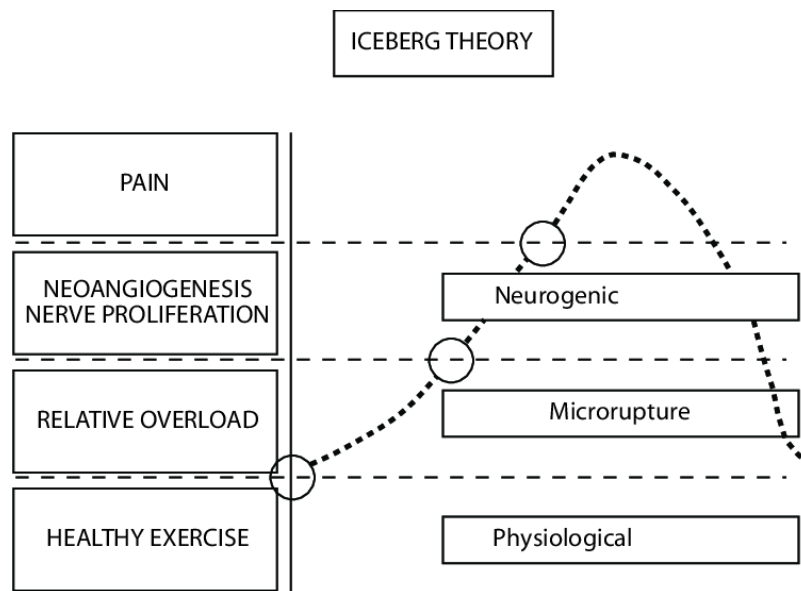


Figura 6. Teoría del Iceberg (Extraído de Abate et al, 2009).

La teoría de la "*curación fallida*" (Figura 7) descrita por Fu et al. (2010), quienes proponen que la patogénesis de la tendinopatía es una secuencia de tres etapas: *lesión, curación fallida y presentación clínica*.

La primera etapa comprometería la estructura del colágeno; y la cicatrización se daría por factores intrínsecos o extrínsecos predisponentes. La 2ª etapa hace énfasis a la activación y constante falla del proceso de curación normal.

Finalmente, las alteraciones de la matriz, el aumento de la vascularización focal y los perfiles anormales de citocinas contribuirían a las presentaciones clínicas de dolor o rotura crónica del tendón.

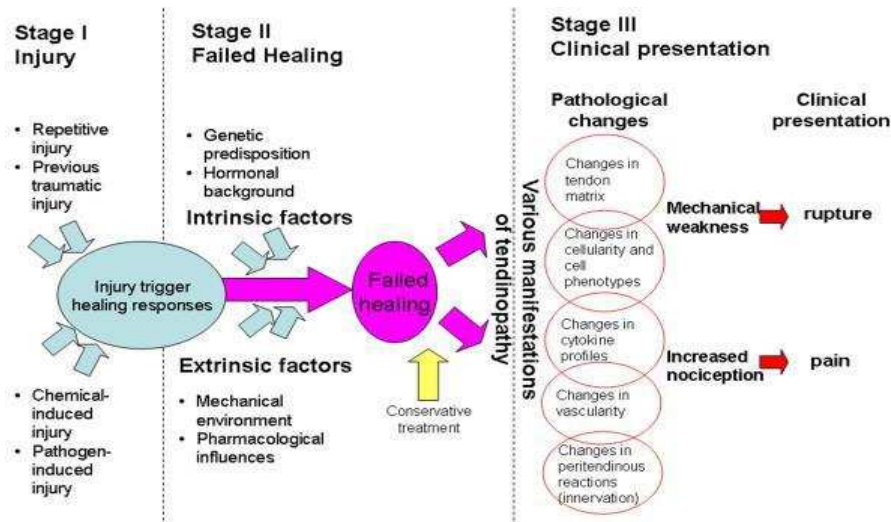


Figura 7. Teoría de la curación fallida (Fu et al, 2010).

Arnoczky et al. (2007) sugieren que la subestimulación mecanobiológica de las células del tendón, secundaria a microtraumas y al daño aislado de las fibras de colágeno, serían factores que predisponen a cambios patológicos (disrupción del colágeno, aumento de MMP y apoptosis) (Figura 8).

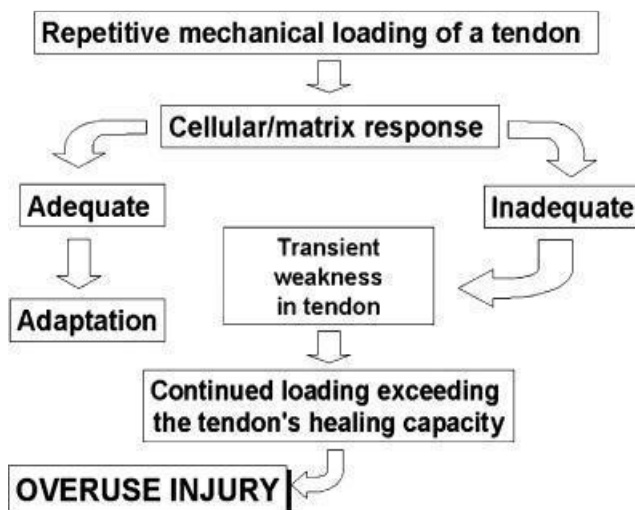


Figura 8. Etiopatogenia de la tendinopatía (Modificado de Archambault et al, 1995; Arnoczky et al, 2007).

Probablemente, el “*modelo continuo*” propuesto por Cook y Purdam (2009), es en la actualidad el de mayor aceptación (Figura 9). Este modelo intenta describir a nivel fisiopatológico, los hallazgos relacionados de las ciencias básicas con las distintas presentaciones clínicas. Las fases propuestas son: *reactiva*, *de deterioro* y *degenerativa*. La *fase reactiva*, es una respuesta proliferativa adaptativa no inflamatoria, en la que se produce un engrosamiento a corto plazo del tendón con el objetivo de reducir el estrés generado por la sobrecarga (Scott et al, 2007). El tendón puede volver a su estado normal si se reduce la carga, o si se le da tiempo suficiente para que se adapte a dicha carga. La *fase de deterioro / fallo en la reparación* es similar a la fase reactiva, se describe como un intento de curación del tendón, aunque se produce una mayor degradación de la matriz extracelular. Hay un incremento de la actividad celular (principalmente condrocitos y miofibroblastos), produciéndose un marcado aumento de producción de proteínas (colágeno). Esta desorganización de la matriz y fragmentación del colágeno, altera la capacidad del tendón de tolerar carga. Puede producirse un incremento de la vascularización e inervación. La reversibilidad de esta etapa es posible a través de una correcta gestión de carga para estimular correctamente la estructura de la matriz. La reversibilidad de la patología sigue siendo posible con la gestión de la carga y el ejercicio controlado para estimular la estructura de la matriz (Öhberg y Alfredson, 2004). La 3ª fase, *degenerativa*, se produce cuando la acumulación de cargas mecánicas sobre el tendón de forma repetida y sin tiempo suficiente para generar adaptación, produce en los tenocitos un mecanismo de estrés oxidativo (Sharma y Maffulli, 2005), mayor metabolismo anaeróbico y aumento en la concentración de lactato, generando a su vez más alteraciones en la matriz extracelular (Lian et al 2007). En esta fase, aparecen áreas de muerte celular por apoptosis de los tenocitos (Cook y Feller, 2004; Lian et al, 2007). La capacidad de revertir los cambios patológicos de esta etapa es escasa. Además, pueden producirse rupturas con cargas bajas a moderadas. La literatura refiere que el 97% de los tendones que se rompen, padecen previamente cambios degenerativos (Kannus y Jozsa, 1991; Kujala et al, 2005).

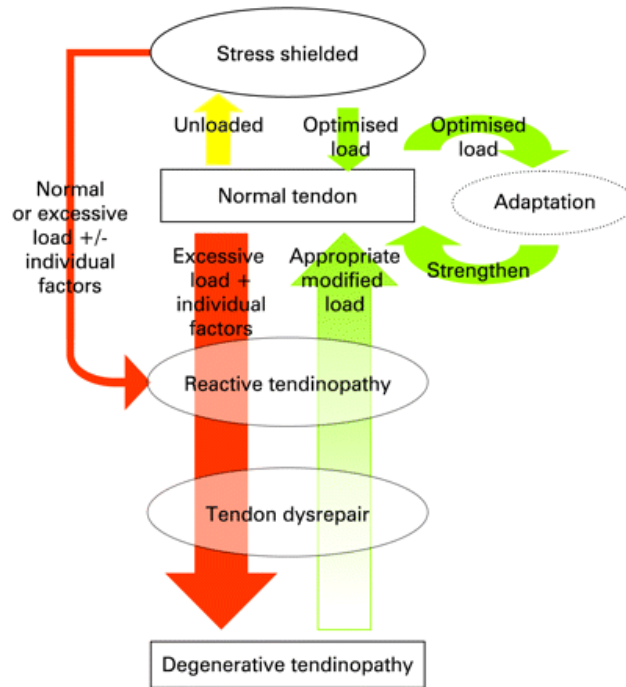


Figura 9. Modelo Continuo (Cook y Purdam, 2009).

### Dolor en tendinopatía rotuliana

La causa del dolor en tendinopatía aún no es clara, aunque diversas teorías intentan explicarlo. La primera considera que es causado por *inflamación* (Khan et al, 2000). Si bien se han observado células inflamatorias en tendones patológicos, no parece ser una respuesta inflamatoria tradicional (Khan et al, 1996; Scott et al, 2004). En tendinopatías por sobrecarga se han encontrado un aumento de citocinas inflamatorias (Fenwick y Riley, 2002; Legerlotz et al, 2012). La presencia de estas sustancias no necesariamente confirma que la inflamación sea el factor principal en la patología del tendón. Este aumento de citocinas como respuesta a estímulos mecánicos, produciría una alteración en la síntesis y degradación del tendón. Diversos autores concluyen que se trata de una serie de cambios estructurales, compatible a un proceso degenerativo que incluye desorganización y separación de las fibras de colágeno, aumento de células, proteoglicanos y agua, con o sin neovascularización (Khan et al, 1996; Cook et al, 1999; Khan et al, 2000). Además, están presentes otras sustancias bioquímicas

sensibilizantes, como el glutamato y la sustancia P que irritan los nociceptores pudiendo causar dolor (Khan et al, 2000; Khan y Cook, 2000; Kregel et al, 2013).

Otra teoría, apunta a la fragmentación de las fibras de colágeno. Diversos estudios son consistentes con este hallazgo, ya que explicaría el dolor localizado y específico que se exacerba frente a la carga. En estudios posteriores, se mostraron resultados variables que no confirman completamente esta relación entre estructura del colágeno y el dolor (Khan et al, 2000).

Arnoczky et al. (2007) proponen que la patología del tendón podría deberse a la *baja actividad celular* por una mala transmisión de carga de las fibras de colágeno lesionadas. Las zonas degenerativas del tendón podrían ser mecánicamente incapaces de transmitir y detectar carga de tracción, por lo tanto, no responderían a la carga debido a la desorganización fibrilar. Esta falta de estímulo de las células del tendón, podría explicar la reversibilidad limitada de la patología degenerativa (Malliaras et al, 2010) y la falta de remodelación luego de tratamientos basados en ejercicio (Drew et al, 2014).

Publicaciones recientes, reconocen la compleja etiología y fisiopatología de las tendinopatías. Estudios avanzados en inmunohistoquímica han demostrado la presencia de células inflamatorias tanto en estadios crónicos como en fases tempranas (Rees et al, 2014; D'Addona et al, 2017; Millar et al, 2017; Tang et al, 2018).

## **Diagnóstico**

El diagnóstico de la TR es clínico, esta patología se caracteriza por dolor local en el vértice inferior de la rótula (Ferretti, 1986; Khan, 1998) que incrementa con actividades como correr, saltar, acelerar y aterrizar (Alexander, 1991; Lian et al, 2005; Rudavsky y Cook, 2014). Frecuentemente, los síntomas aparecen y dependen de la magnitud de la carga. En fases iniciales de TR los síntomas desaparecen en la entrada en calor (Kountouris y Cook, 2007), por lo que los deportistas continúan practicando con molestias sin buscar ayuda médica. Cuando se continúa con la sobrecarga el dolor aumenta gradualmente, para luego estar



presente durante el ejercicio pudiendo limitar la participación deportiva (Khan y Visentini, 1999). Finalmente, el dolor y disfunción se manifiesta durante las actividades diarias y el reposo.

Determinar el grado de irritabilidad y agravamiento de los síntomas durante y posterior a la carga (entrenamiento o ejercicio físico), es fundamental en el manejo de la TR. Para esto, algunos autores denominan el término “*irritable*” si el dolor dura más de 24 hs. y “*estable*” si se estabiliza dentro de las siguientes 24 hs. (Malliaras et al, 2015). Estudios han sugerido que el dolor hasta 24 horas después de haber realizado actividad física provocativa, puede ser aceptable durante la rehabilitación (Silbernagel et al, 2001; Kongsgaard et al, 2009).

Blazina et al. (1973) desarrollaron la primera escala que evalúa la *severidad de la lesión*, la cual fue más tarde modificada por Roels et al. (1978) y Lian et al. (1996).

La *clasificación clínica* comprende 5 grados según la gravedad del paciente:

Grado I: dolor en la zona anterior de la rodilla solamente después de entrenar.

Grado II: dolor al inicio del entrenamiento y desaparece durante el calentamiento y el ejercicio, pero que reaparece con la actividad.

Grado IIIa: dolor durante y después de la actividad, pero esto no impide entrenar con normalidad.

Grado IIIb: dolor durante y después de la actividad, que disminuye el rendimiento al entrenar.

Grado IV: dolor insoportable, ruptura completa del tendón.

Durante el *examen físico*, es frecuente encontrar déficit funcional a nivel de la cadena del movimiento, que comprende la cadera, rodilla y pie. También se puede percibir atrofia e inhibición de glúteo mayor, cuádriceps y gastrocnemios en comparación al lado asintomático (Magnusson et al, 2001; Crossley et al, 2007; Kountouris y Cook, 2007). El rango de movimiento de la dorsiflexión del tobillo tiene importancia, ya que se ha asociado con TR (Malliaras et al, 2006).

A pesar que la palpación frecuentemente es dolorosa y precisa, es una prueba pobre, por lo que no debería usarse como confirmación diagnóstica (Cook et al, 2001). Sin embargo, se ha encontrado que el umbral de presión del dolor, medido por algometría, es significativamente más bajo en deportistas con TR (36.8 N) comparada con deportistas sanos (Kregel et al, 2013).

Para evaluar la severidad de los síntomas se utiliza el *cuestionario VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment Patella)*, el mismo es autoadministrado, traducido al español; ha demostrado ser una herramienta confiable y válida para la *evaluación del dolor, función y participación deportiva en TR* (Visentini et al, 1998; Hernandez-Sanchez et al, 2011) (Figura 10). El cuestionario consta de 8 preguntas, con un puntaje máximo de 100 puntos que representa a un sujeto asintomático y una puntuación menor a 80 que corresponde a disfunción. La evaluación de los resultados durante o luego de un tratamiento debe comprender una diferencia clínica mínima de cambio de 13 puntos (Hernandez-Sanchez et al, 2014).

El progreso del tratamiento de la TR es lento y el cuestionario VISA-P no es sensible a cambios muy pequeños, por lo que se recomienda utilizar en intervalos de 4 semanas o más (Malliaras et al, 2015).

Como diagnóstico diferencial debe considerarse otras patologías que producen dolor anterior de rodilla. Entre ellas, se destaca el síndrome de dolor patelofemoral, pinzamiento de la almohadilla de grasa infrapatelar (Hoffa), lesiones de cartílago patelofemoral u osteoartrosis, lesión meniscal o tendinopatía / bursitis anserina (Cummings y Cushman, 2019). En niños y adolescentes en desarrollo, cargas aplicadas a las placas de crecimiento pueden provocar el síndrome de Osgood-Schlatter (Kabiri et al, 2014) en la tuberosidad tibial (frecuente), o el síndrome de Sinding-Larsen-Johansson (Hall et al, 2015) en el polo inferior de la rótula (menos frecuente).

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

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?

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

PUNTOS

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

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

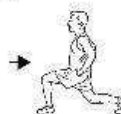
PUNTOS

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

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

PUNTOS

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)



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

PUNTOS

5.- ¿Tiene problemas para ponerse en cuclillas?

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

PUNTOS

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

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

PUNTOS

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

Nombre: ..... Fecha: .....

Figura 10. Versión española VISA-P (Hernandez-Sanchez, 2011)

Además, el *diagnóstico* puede complementarse con pruebas provocativas que involucran el aparato extensor como sentadilla, estocada o saltos. Distintos autores proponen que el mejor test, es la sentadilla a una pierna (Purdam et al, 2003; Kongsgaard et al, 2006) (Figura 11) sobre un plano inclinado de 25° para evaluar la respuesta del tendón a la carga. El paciente se coloca encima del plano con la pierna afectada e intenta descender hasta 90° si es posible. El dolor debe localizarse específicamente en el vértice inferior de la rótula y no extenderse. El paciente relata en una *escala visual análoga (EVA)* de dolor el nivel de malestar que refiere, este test puede usarse como autoevaluación y monitoreo durante el tratamiento (Zwerver et al, 2007).



Figura 11. Sentadilla a 1 pierna sobre plano declinado.

La medición de la *calidad de vida* relacionada con la salud permite analizar la eficacia y efectividad de las intervenciones sanitarias (Badia y Carné, 1998). El cuestionario *EQ-5D*, es un instrumento útil, de administración rápida y sus propiedades han sido valoradas tanto en población general como en grupos con patologías. El propio individuo valora su estado de salud, primero en niveles de gravedad por dimensiones (sistema descriptivo) (Figura 12) y luego en una EVA de evaluación más general. Un tercer elemento del EQ-5D es el índice de valores sociales que se obtiene para cada estado de salud generado por el instrumento.

El sistema descriptivo contiene cinco dimensiones de salud (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y cada una de ellas, tiene tres niveles de gravedad (sin problemas, algunos problemas o problemas moderados y problemas graves). En esta parte del cuestionario el individuo debe marcar el nivel de gravedad correspondiente a su estado de salud en cada una de las dimensiones, refiriéndose al mismo día que cumplimente el cuestionario. En cada dimensión del EQ-5D, los niveles de gravedad se codifican con un 1 si la opción de respuesta es «no (tengo) problemas»; con un 2 si la opción de respuesta es «algunos o moderados problemas»; y con un 3 si la opción de respuesta es «muchos problemas» (Herdman et al, 2001). Este instrumento, de gran aceptación internacional, está validado para diferentes contextos culturales, entre ellos el español (Badia y Carné, 1998).

<b>Movilidad</b>	
No tengo problemas para caminar	<input type="checkbox"/>
Tengo algunos problemas para caminar	<input type="checkbox"/>
Tengo que estar en la cama	<input type="checkbox"/>
<b>Cuidado-Personal</b>	
No tengo problemas con el cuidado personal	<input type="checkbox"/>
Tengo algunos problemas para lavarme o vestirme solo	<input type="checkbox"/>
Soy incapaz de lavarme o vestirme solo	<input type="checkbox"/>
<b>Actividades de Todos los Días</b> (ej. trabajar, estudiar, hacer tareas domésticas, actividades familiares o realizadas durante el tiempo libre)	
No tengo problemas para realizar mis actividades de todos los días	<input type="checkbox"/>
Tengo algunos problemas para realizar mis actividades de todos los días	<input type="checkbox"/>
Soy incapaz de realizar mis actividades de todos los días	<input type="checkbox"/>
<b>Dolor/Malestar</b>	
No tengo dolor ni malestar	<input type="checkbox"/>
Tengo moderado dolor o malestar	<input type="checkbox"/>
Tengo mucho dolor o malestar	<input type="checkbox"/>
<b>Ansiedad/Depresión</b>	
No estoy ansioso/a ni deprimido/a	<input type="checkbox"/>
Estoy moderadamente ansioso/a o deprimido/a	<input type="checkbox"/>
Estoy muy ansioso/a o deprimido/a	<input type="checkbox"/>

Figura 12. Sistema descriptivo del EQ-5D.

Las *pruebas de imagen*, como resonancia magnética nuclear (RMN) y *ecografía musculoesquelética*, no son esenciales en la confirmación del diagnóstico (Cook et al, 1998), ya que la presencia de cambios en la estructura no guarda relación con el origen del dolor y la patología puede estar presente en sujetos asintomáticos (Malliaras et al, 2006). De todas maneras, la ecografía ha demostrado ser superior a la RMN en la evaluación de tendones (Campbell y Grainger, 2001; Warden et al, 2007) y puede confirmar la presencia o no de patología (Khan et al, 1996), ayudar en el diagnóstico diferencial o cuando el cuadro clínico no es claro (Calmbach y Hutchens, 2003; Malliaras y Cook, 2006). La zona más frecuente donde se localiza la lesión en el tendón rotuliano es a nivel proximal y profundo del vértice inferior de la rótula. Se cree que esta zona es la que más carga ténsil soporta durante movimientos, como saltos o sentadillas (Dillon et al, 2008). Además, otras características ecográficas en TR es la evidencia de áreas hipoeoicas, engrosamiento anteroposterior, alteraciones peritendinosas y presencia de calcificaciones y/o neovascularización (Visnes et al, 2015) (Figura 13).

Respecto a cambios en la estructura del tendón como medida de evaluación luego del tratamiento, estudios recientes indican que no es fiable, debido a que puede haber mejoría clínica sin cambios en la imagen (Docking et al, 2012; Rabello et al, 2018).



Figura 13: Ecografía de tendón rotuliano. Corte longitudinal y transversal.



## **Tratamiento: ejercicios de fortalecimiento neuromuscular en TR**

Distintos *tratamientos* se han propuesto para la rehabilitación de la TR, estos incluyen inyecciones de corticoides (Kongsgaard et al, 2009), plasma rico en plaquetas (Dragoo et al, 2014), antiinflamatorios no esteroideos (Andres y Murrell, 2008) y terapia física como ultrasonido, laser, iontoforesis, masaje transversal, vendajes, punción seca y ondas de choque (Stasinopoulos y Stasinopoulos, 2004; Rigby et al, 2015; Korakakis et al, 2018; Mani-Babu et al, 2015). Estos tratamientos son frecuentemente combinados con ejercicios; y a pesar que en algunos casos han mostrado resultados a corto plazo, no se mantienen en el tiempo. Es importante destacar la falta de evidencia cuando la terapia física no está acompañada de ejercicios.

La evidencia recomienda el ejercicio, más específicamente de *fortalecimiento neuromuscular* como tratamiento de elección en TR, debido a sus buenos resultados clínicos a corto y largo plazo (Gaida y Cook, 2011; Skjong et al, 2012; Mendonça et al, 2019) y a sus escasos efectos adversos (Zwerver y Van Den Akker-Scheek, 2011; Cook, 2013). Las diferentes modalidades de entrenamiento de fortalecimiento propuestas, como ejercicio excéntrico aislado, excéntrico concéntrico combinado, isométrico, carga alta y lenta, han demostrado resultados positivos en el dolor y función comparado a placebo, cirugía (Bahr et al, 2006) o tratamientos pasivos (Stasinopoulos y Stasinopoulos, 2004). Aunque aún no existe un consenso claro respecto al tipo, intensidad, velocidad, frecuencia y progresión de la carga.

Los *ejercicios excéntricos*, han sido durante las últimas tres décadas, el recurso más investigado y utilizado en el tratamiento de la TR (Purdam et al, 2004; Young et al, 2005; Visnes y Bahr, 2007; Larsson et al, 2012) (Figura. 14). En una revisión sistemática, Malliaras y col. (2013) concluyen que debería considerarse la *carga concéntrica-excéntrica* juntas; y que a pesar que los ejercicios excéntricos demostraron resultados positivos, en muchos otros casos son muy agresivos en personas sintomáticas, especialmente cuando se mantienen practicando deportes o durante temporada de competición (Visnes et al, 2005; Fredberg et al, 2008).



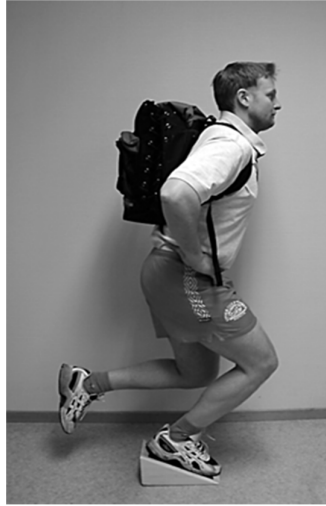


Figura 14. Protocolo ejercicios excéntricos sobre plano declinado (Purdam et al, 2004).

En el año 2009, Kongsgaard et al. proponen un programa de *fortalecimiento progresivo con carga pesada y lenta (HSR)* y lo comparan al protocolo excéntrico (Purdam et al, 2004). Los ejercicios se realizan en gimnasio con equipamiento tradicional, con ambas piernas y combinando contracciones concéntrica y excéntrica. Los resultados mostraron mejoras a nivel de dolor y función similares en ambos grupos, sin embargo, en el grupo HSRT se registraron cambios positivos en la estructura del tendón y mayor satisfacción de los pacientes (Figura 15). Actualmente, es considerado el programa de elección en el tratamiento conservador de la TR (Malliaras et al, 2013).



Figura 15. Programa de Entrenamiento con resistencia pesada y lenta (Kongsgaard et al, 2009).

En los últimos años, hubo gran inclinación por el *ejercicio isométrico*, aunque con limitada evidencia. Rio et al. (2015) y Pearson et al. (2018) demostraron que este tipo de entrenamiento puede reducir el dolor inmediato (durante 45 min. aproximadamente), como opción de tratamiento inicial o durante el periodo de competencia deportiva, pero no a largo plazo. El protocolo consiste en realizar 5 repeticiones de extensión de rodilla manteniendo 45'' en un ángulo de 60° con pausa de 2 minutos, a una contracción máxima voluntaria 70% (Figura 16).

Es importante tener en cuenta que estos resultados no pudieron replicarse en estudios posteriores (Coombes et al, 2016; Riel et al, 2018; O'Neill et al, 2019).



Figura 16. Ejercicio isométrico (Rio, 2015)

Un método de entrenamiento, considerado una de las últimas tendencias en el desarrollo de la fuerza y prevención de lesiones es el *entrenamiento mediante resistencia inercial* (Askling et al, 2003; De Hoyo et al, 2015; Gual et al, 2016). Los equipos inerciales utilizan discos fijados a una estructura de soporte (eje), en la cual se fija una correa que se enrolla y desenrolla durante la acción de rotación independientemente de la gravedad. El principio de esta tecnología se basa en generar energía cinética tras traccionar el disco durante la fase concéntrica, que luego deberá ser desacelerada en la fase excéntrica. De esta manera, el menor desplazamiento angular en esta fase es el responsable del incremento de la carga en la acción excéntrica (Figura 17 y 18) (Berg y Tesch, 1994).

La sobrecarga producida durante el entrenamiento depende de la masa utilizada, su diámetro y de la aceleración generada por parte del sujeto durante la acción concéntrica (Alkner et al, 2003). En estudios publicados, los discos que más se han utilizado son de 1,4 kg/cm<sup>3</sup>, 44 cm de diámetro, 20 mm espesor para un momento de inercia de 0,1105 kg/m<sup>2</sup> (Caruso et al, 2003; Tous-Fajardo et al, 2006; Norrbrand y Tesch, 2010).

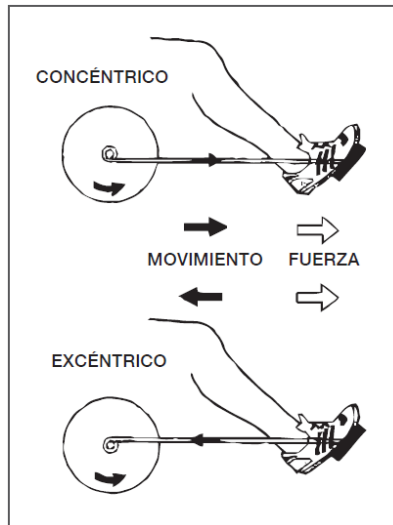


Figura 17. Funcionamiento del dispositivo inercial (Berg y Tesch, 1994).

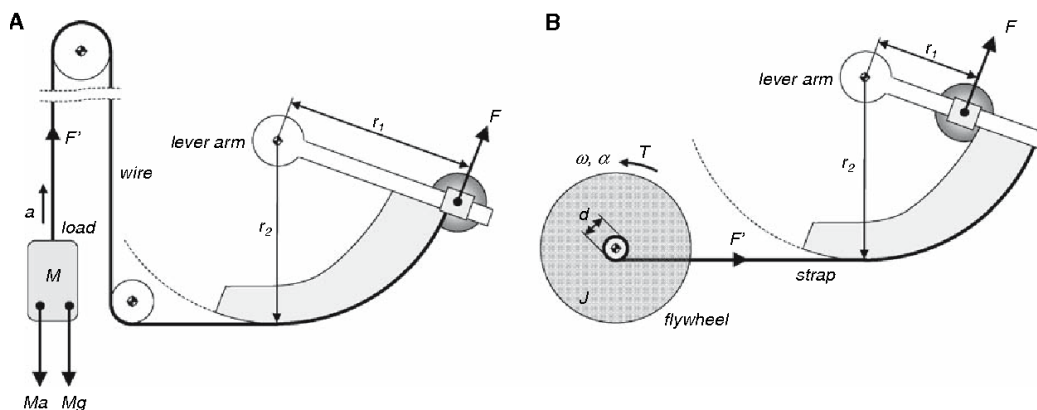


Figura 18. Comparación de mecanismos de un sistema tradicional dependiente de la gravedad (A) y otro de resistencia inercial (B) (Norrbrand et al, 2008).

Las importantes adaptaciones del entrenamiento con resistencia inercial se explicarían por el carácter máximo del estímulo durante toda la acción concéntrica y la posibilidad de generar picos de fuerza, aún mayores durante la fase excéntrica (sobrecarga excéntrica). Diferentes estudios han demostrado los beneficios del entrenamiento excéntrico: a) generan una mayor cantidad de tensión que el resto de acciones (Johnson et al, 1976), b) menor gasto energético (Lastayo et al, 1999), c) ejercicios excéntrico moderado puede prevenir el riesgo de lesiones en la competición deportiva (LaStayo et al, 2003; Hody et al, 2019), d) requieren un control neuromuscular diferente al resto de acciones (Enoka, 1996), provoca una mayor hipertrofia con respecto al trabajo concéntrico o isométrico (Hortobágyi et al, 2001), siendo superior si el trabajo excéntrico se realiza a altas velocidades (Farthing y Chilibeck, 2003), e) aumenta el número de sarcómeros en serie, lo cual, provoca un cambio en la relación tensión/longitud lo que se traduce en una respuesta protectora a esfuerzos similares o superiores (Jones et al, 1997; Brockett et al, 2001).

Otra importante característica a destacar del entrenamiento con resistencia inercial es el potente reflejo de estiramiento producido en la transición excéntrica concéntrica durante el movimiento, similar al ciclo de estiramiento-acortamiento (pliométrico) (Martinez-Aranda y Fernández-Gonzalo, 2017).

Los efectos del entrenamiento inercial han sido extensamente investigados en los últimos años, especialmente en sujetos sanos y que realizan actividad física. Los resultados principales de estos estudios han demostrado hipertrofia muscular, incremento de la fuerza / potencia, capacidad de salto y velocidad de carrera (Maroto-Izquierdo et al, 2017).

En un estudio con 81 jugadores de voleibol y baloncesto de ambos sexos, expuestos a alto riesgo de desarrollar TR, incorporaron un entrenamiento semanal de sentadilla en dispositivo YoYo durante 24 semanas. Los resultados que obtuvieron fue una mejora en la potencia muscular en miembros inferiores, mientras que ninguno de los participantes sufrió TR el periodo de estudio (Gual et al, 2016).

Romero-Rodríguez et al, (2011) en una serie de casos con deportistas con TR, evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento, que incluía un único ejercicio en prensa inercial durante 6 semanas. Los resultados que obtuvieron fueron un incremento significativo en la fuerza excéntrica, mejora en el puntaje del cuestionario VISA-P y disminución del dolor medida con escala visual análoga del dolor.

Teniendo en cuenta la evidencia actual y la necesidad de investigar otras opciones de tratamiento, consideramos que el *entrenamiento inercial* podría ser una excelente opción en el tratamiento de la TR.

Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes revisados, se establece la **hipótesis**: *el entrenamiento con resistencia inercial es más eficaz a nivel clínico y funcional que el entrenamiento de resistencia pesada y lenta, en pacientes con TR crónica.*

### **Objetivo general**

✓ Evaluar la *efectividad terapéutica* del *protocolo de entrenamiento con resistencia inercial* en pacientes con *TR crónica*, comparado con el *entrenamiento de resistencia pesada y lenta*.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Describir las características de la población estudiada.
- ✓ Valorar los test provocativos de carga utilizados como posibles pruebas diagnósticas en pacientes con TR crónica.
- ✓ Analizar los efectos sobre las capacidades de fuerza y salto en ambos programas de entrenamiento.
- ✓ Evidenciar posibles cambios estructurales del tendón a través de imagen ecográfica.
- ✓ Determinar la adherencia al tratamiento, el nivel de satisfacción percibida y la calidad de vida relacionada a la salud.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Se realizó un estudio experimental, prospectivo, longitudinal y correlacional. La presente investigación clínica, controlada y aleatorizada, fue diseñada y reportada siguiendo la declaración del Consolidated Standard of Reporting Trials (Eldridge et al, 2016). Se respetó las directrices éticas dictadas en la declaración de Helsinki para la investigación en seres humanos (JAVA, 2013) y los pacientes firmaron consentimiento informado.

### **Grupo de estudio**

Participaron atletas recreativos de ambos sexos, con edades entre 18 y 50 años, con diagnóstico médico de TR crónica unilateral, durante el periodo comprendido entre enero del 2018 y marzo del 2020. Los programas se desarrollaron en el Centro de Salud y Deporte "Pro-Life", ubicado en Chacabuco 788 de la ciudad de Córdoba.

✓ *Criterios de inclusión:* atletas recreativos de entre 18 a 50 años con diagnóstico de TR, de más de 3 meses de evolución, con una puntuación menor a 80 en el cuestionario VISA-P, con confirmación ecográfica de cambios degenerativos del tendón; y que hayan realizado previo tratamiento convencional: fisiokinésico, medicación antiinflamatoria, infiltraciones locales con corticosteroides; con resultados pobres o nulos.

✓ *Criterios de exclusión:* individuos con patología sistémica que pudiera cursar con clínica en el tendón (diabetes, niveles altos de colesterol); presentar lesiones asociadas en la rodilla (meniscales, ligamentarias o del cartílago); cirugía de rodilla o haber recibido una infiltración de corticoides en el tendón durante los últimos 30 días.

✓ *Criterios de eliminación:* pacientes que por alguna causa no podían cumplir con el tratamiento hasta el 50% de las sesiones.

## **Tamaño de la muestra**

Se definió como variable principal de resultado el puntaje del cuestionario VISA-P. El tamaño de la muestra fue realizado a priori en base a 13 puntos de diferencia mínima clínicamente importante (MCID), esperados en ambos grupos estudiados (Hernandez-Sanchez et al, 2014). Para el cálculo se utilizó el software GPower 3.1 (Faul et al, 2007), asumiendo una relación de asignación de 1:1, un tamaño de efecto de 1.0, una desviación estándar de 13 (basada en Kongsgaard et al, 2009), una potencia del 90%, un alfa del 5% y considerando un 10% la tasa de abandono, fueron necesarios un total de 21 sujetos por grupo.

## **Reclutamiento de pacientes y asignación a los grupos de intervención**

Los participantes de la presente investigación fueron reclutados por derivación directa de médicos traumatólogos y deportólogos de la ciudad de Córdoba. Los especialistas informaron a sus pacientes que padecían TR crónica sobre la posibilidad de participar en el presente estudio; y brindaron el contacto del investigador principal. Los mismos recibieron información sobre el estudio vía telefónica y fueron invitados para una entrevista personal, en la cual se les comunicó todos los detalles de la intervención. Si los pacientes demostraban interés en participar y cumplían con los criterios de inclusión se les solicitó firmar un consentimiento informado; en el mismo se especificaban los objetivos, pruebas utilizadas y una detallada descripción de la intervención.

La asignación de los pacientes a cada grupo de estudio se realizó por medio de aleatorización simple. Cada participante eligió uno de los 42 sobres oscuros sellados que se les ofreció (21 sobres con la designación de cada tratamiento). Posteriormente, fueron evaluados a nivel clínico, funcional y ecográfico.

Fueron evaluados un total de 45 pacientes con diagnóstico de TR, de los cuales 3 fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión (2 con diagnóstico de síndrome femoropatelar, 1 con Osgood–Schlatter). Los 42 pacientes que finalmente conformaron la muestra fueron aleatorizados y divididos en 2 grupos, 21 al grupo HSR (20 hombres, 1 mujer) y 21 (todos hombres) al grupo IR (1 paciente abandonó por motivos familiares), por lo que quedaron 20 pacientes en este grupo (Figura 19).

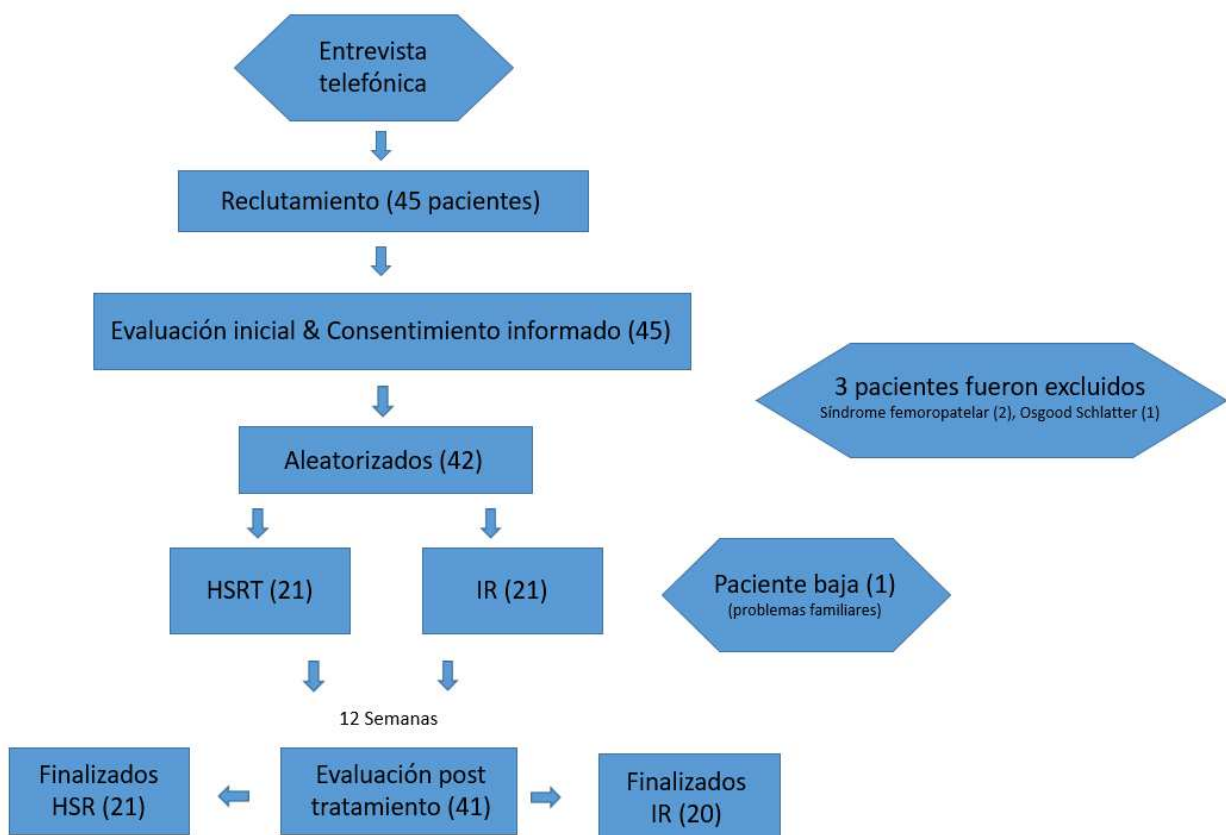


Figura 19: Diagrama de flujo que describe la selección y distribución de los pacientes en los grupos estudiados. HSR: entrenamiento con resistencia pesada y lenta; IR: Resistencia inercial.



## Intervención

Antes de comenzar el tratamiento, los pacientes fueron instruidos acerca de su lesión, los mecanismos de dolor, factores de riesgo y el pronóstico de la TR.

Ambos programas de entrenamiento se llevaron a cabo durante 12 semanas y realizaron el entrenamiento con una frecuencia de 3 veces por semana, dejando 1 día de descanso.

Cada programa consistió en 3 ejercicios ejecutados de forma bilateral, con una previa entrada en calor estandarizada (bicicleta y ejercicios de movilidad dinámica). Además, se les explicó que cierto dolor medido a través de una EVA (3-4 sobre 10) durante los ejercicios era aceptado, pero ese dolor o incomodidad no podían aumentar luego del entrenamiento. Todas las sesiones fueron supervisadas por el investigador principal u otro kinesiólogo asistente ajeno a la investigación.

Durante el tiempo de intervención, los pacientes podían continuar realizando actividades deportivas, siempre que el dolor o molestias que experimentaran durante la sesión, no superaran una puntuación de 3-4 de una EVA.



✓ *Programa de entrenamiento con resistencia inercial:* los ejercicios fueron prensa, extensores de rodilla en silla y sentadilla (squat) en equipamiento inercial (Ivolution®, Sunchales-Argentina). Se les solicitó a los pacientes que las primeras 2 repeticiones de cada serie estaban destinadas a acelerar el disco y que las acciones posteriores se realizaran con el máximo esfuerzo posible (Figura 20). Las series/repeticiones fueron realizadas desde la 1ª a la 6ª semana = 4 x 12 repeticiones máximas (RM), con momento de inercia de 0,05 Kg.m<sup>2</sup> y de la 6ª a la 12ª semana = 4 x 8 RM, con un momento de inercia de 0.10 Kg.m<sup>2</sup>. Los descansos fueron de 2-3' entre series y de 3-4' entre los 3 ejercicios.



Figura 20. Prensa inercial, extensora de rodilla inercial en silla y sentadilla inercial.

✓ *Programa de entrenamiento con resistencia pesada y lenta:* los ejercicios se realizaron con equipamiento convencional: sentadilla (squat), prensa sentada a 45° (leg press) y prensa horizontal en decúbito (hack squat) (Figura 21). Cada semana el número de repeticiones disminuía y la carga aumentaba gradualmente. Las repeticiones/cargas fueron en la 1ª semana = 4 x 15 RM; en la 2ª y 3ª = 4 x 12 RM; en la 4ª y 5ª = 4 x 10 RM; de la 6ª a la 8ª = 4 x 8 RM y de la 9ª a la 12ª = 4 x 6 RM. Todos los ejercicios se ejecutaron desde la extensión completa a 90° de la flexión de la rodilla y viceversa. Se les instruyó a los pacientes realizar las repeticiones en 3" la fase concéntrica y 3" la fase excéntrica, es decir, 6" cada repetición. Los descansos fueron de 2-3' entre series y un período de descanso de 3-4' entre los 3 ejercicios.



Figura. 21. Programa propuesto Kongsgaard et al. (2009): (b) Prensa sentada a 45° (Leg press), (c) Sentadilla (Squat) y (d) Prensa hack (hack squat).

## Evaluación

En la entrevista inicial, mediante un cuestionario personalizado, se registró la información del paciente: edad, sexo, lateralidad, altura, peso, índice de masa corporal, lateralidad del miembro afectado, tiempo de evolución, deporte y nivel de práctica semanal.

✓ *Cuestionario VISA-P*: es una herramienta validada (Visentini et al, 1998), traducida al español (Hernandez-Sanchez et al, 2011), que evalúa la gravedad de los síntomas, la capacidad funcional y deportiva del paciente. Consta de 8 preguntas de las cuales 6 califican el nivel de dolor durante actividades diarias en un valor numérico (0-10) con una EVA; y los dos ítems restantes evalúan la participación deportiva. La máxima puntuación posible es de 100 puntos, lo que corresponde a una persona asintomática, y la puntuación mínima teórica es 0 puntos. La evaluación de los resultados durante o luego de un tratamiento está establecida a una diferencia clínica mínima de cambio de 13 puntos (Hernandez-Sanchez et al, 2014).

✓ *Test provocativos de carga*: para evaluar el dolor relacionado a la carga, los participantes realizaron 6 repeticiones de sentadilla a una pierna en una rampa declinada de 30° (Purdam et al, 2003; Zwerver y Hof, 2007); y extensión de rodilla a una pierna en un sillón de cuádriceps partiendo de un ángulo de 90° a 0° con 30-45 kg. Se les pidió que calificaran el dolor experimentado durante cada prueba en la EVA de 0 a 10, donde 0 representaba ausencia de dolor y 10 el peor dolor imaginable. Dado que el dolor en el tendón a menudo mejora con la carga repetida, estas pruebas se realizaron en un orden aleatorio.

✓ *Escala Funcional Específica del Paciente*: es un cuestionario autoinformado que ha demostrado ser confiable y válido para evaluar cambios a nivel funcional en pacientes que presentan disfunciones o trastornos a nivel musculoesquelético (Stratford, 1995; Nicholas et al, 2012). Los pacientes registraban y puntuaban con una escala numérica de 11 puntos, que varía de 0 (incapaz de realizar la actividad)

a 10 (capaz de realizar la actividad sin ningún problema) tres actividades en las que tenían dificultad como consecuencia de la TR.

✓ *Calidad de vida relacionada con la salud:* se utilizó el cuestionario EuroQol 5D. Este instrumento sencillo y autoadministrado, valora el estado de salud en cinco dominios: movilidad, autocuidado, actividades habituales, dolor / molestias y ansiedad / depresión. Además, incluye una EVA de evaluación general de 100 puntos (0 = peor estado de salud imaginable; 100 = mejor estado de salud imaginable) (Badia et al, 1999).

✓ *Eventos adversos:* los pacientes completaron un cuestionario donde podían registrar posibles eventos adversos, duración y localización de los mismos durante las 12 semanas de tratamiento. Un evento adverso se definió como cualquier diagnóstico, signo, síntoma o enfermedad desfavorable asociado con el estudio, que puede estar relacionado con la intervención. No fue considerado el malestar normal relacionado al entrenamiento como efecto adverso (Kuipers, 1994).

✓ *Adherencia al ejercicio:* los pacientes registraron cada sesión de entrenamiento mediante un sistema digital de identificación dactilar. Al final de la intervención se recopiló el número de sesiones realizadas de cada paciente. La adherencia se calculó por el número total de sesiones completadas como el porcentaje del número máximo posible. El porcentaje de sesiones de entrenamiento se clasificó como: (I) pobre <25%; (II) moderado 25 a 50%; (III) bueno 50 a 75%; o (IV) excelente > 75%.

✓ *Escala de Impresión de Mejoría Global del Paciente:* se solicitó a los pacientes que calificaran como era su dolor en el tendón rotuliano y sus actividades diarias comparado con antes de comenzar el tratamiento a través de una escala de Likert de siete puntos (Muchísimo mejor = 1, Mucho = 2, Un poco mejor = 3, Ningún cambio = 4, Un poco peor = 5, Mucho peor = 6, Muchísimo peor = 7) (Dworkin et al, 2005).

✓ *Evaluación ecográfica:* un médico especialista en diagnóstico por imagen de vasta experiencia, ciego a la asignación de los pacientes a los tratamientos, evaluó el grosor y señal doppler de los tendones rotulianos con ecógrafo (escala de grises modo B) marca MyLab 70 (Esaote, Italia) y transductor lineal de alta resolución (10-13 MHz). Todos los exámenes se realizaron con los pacientes en posición supina con la rodilla flexionada a 30°. Luego de haber obtenido las imágenes, se midió el grosor 0,5 mm distal del polo inferior de la rótula verticalmente, utilizando el software del equipo. El grosor (thickness) ha demostrado ser una medida estandarizada y confiable en TR (Fredberg et al, 2008; Cassel et al, 2017).

La *neovascularización* fue evaluada en el plano longitudinal utilizando una escala de cuatro grados: 0º (sin neovascularización); 1º leve: algunos vasos sanguíneos solitarios; 2º moderada (cantidad moderada, principalmente vasos sanguíneos transversales); 3º severa (varios vasos sanguíneos en su mayoría horizontales se extienden en toda la profundidad del tendón) (Sunding et al, 2016). Debido a que la señal doppler puede estar influenciada por actividades previas, se solicitó a los pacientes que no realizaran actividades extenuantes durante 2 horas antes de la evaluación ecográfica (Boesen et al, 2006).

✓ *Pruebas Físicas:* luego de una entrada en calor estandarizada que consistía en pedalear cinco minutos en una bicicleta fija y ejercicios de movilidad dinámica, los pacientes realizaron cinco pruebas funcionales.

*Movilidad de tobillo:* se evaluó la dorsiflexión del tobillo utilizando el sistema Leg Motion. Esta herramienta sencilla y validada, es una alternativa al Lunge Test (Chisholm et al, 2012) para evaluar la movilidad del tobillo (Calatayud et al, 2015). Para realizar la evaluación, los pacientes estaban descalzos en una posición de pie en la plancha de medición Leg Motion (Check your Motion, Albacete, España) con el pie de prueba en línea de referencia. Mientras mantenían esta posición, los pacientes realizaban una estocada en la que se flexionaba la rodilla con el objetivo de hacer contacto con la varilla de metal. Esta era avanzada a lo largo de la línea hasta la dorsiflexión máxima del tobillo. Todas las mediciones se completaron sin levantar el talón; primero actuando con una pierna y luego con la otra. Se

permitieron tres intentos en cada lado, y el valor promedio se utilizó para el análisis de datos.

*Test de salto vertical con contramovimiento:* comenzando desde una posición estática de pie con las manos apoyadas en las crestas ilíacas; los pacientes realizaron tres saltos con contramovimiento sin el uso de los brazos. Simultáneamente se grabó con un teléfono móvil (iPhone 6) y la aplicación validada My Jump 2 (Balsalobre-Fernández et al, 2014). El aterrizaje se realizó con ambos pies manteniendo simultáneamente la dorsiflexión del tobillo. El mejor de los tres saltos se utilizó para los cálculos finales.

*Triple hop test:* los pacientes de pie sobre una línea de referencia realizaron tres saltos monopodales consecutivos intentando llegar lo más lejos posible y aterrizando con el mismo pie. No se permitió el movimiento de los brazos (las manos se colocaron detrás de la espalda). El aterrizaje tuvo que ser estable durante al menos 2 segundos en el pie evaluado. La distancia se midió en centímetros desde la línea de salida hasta la parte posterior del talón en el aterrizaje del último salto. Siempre se evaluó 1º la pierna no lesionada y luego la lesionada. Se registró el mejor de tres intentos. El triple hop test es una prueba fiable y válida para determinar la fuerza y la potencia de las extremidades inferiores (Hamilton et al, 2008; Reiman y Manske, 2010).

*Evaluación de la fuerza por medio de test de carga submáxima (6 repeticiones máximas -RM-):* se evaluó la fuerza en sillón de cuádriceps y en prensa horizontal. Los pacientes realizaron 3-4 series de 6 RM, comenzando con un 30-40% de su peso corporal. Primero se evaluó el lado sano y luego el afectado. El peso máximo que los pacientes podían movilizar con buena técnica y tiempo apropiado fue registrado. Este método de evaluación ha demostrado ser fiable y seguro, con una tasa muy baja de efectos adversos y una alta precisión predictiva (Dohoney et al, 2002).

### **Análisis estadístico**

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante test T para muestras independientes y para datos apareados según correspondía, ANAVA/ test de Fisher. Para determinar la asociación entre las variables categóricas se utilizó el test de Chi Cuadrado de Pearson. Se consideró un nivel de significación de  $p < 0,05$  para todos los casos.

### **Consideraciones éticas**

El presente trabajo fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Nacional Clínicas de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; y registrado en ClinicalTrials.gov (NCT03917849).

## RESULTADOS

### Descripción de la población estudiada

En el presente estudio, se incluyeron 42 participantes que cumplieron con los criterios de inclusión, 21 conformaron el grupo *control*, pacientes con TR que realizaron el *tratamiento de entrenamiento con resistencia pesada y lenta (HSRT)*, de los cuales 20 fueron de sexo masculino y un solo femenino. Del grupo de estudio, donde los pacientes realizaron *entrenamiento mediante resistencia inercial (IR)*, uno abandonó, por lo que fue conformado por 20 personas, todos masculinos.

El tiempo total entre el inicio y la finalización de los entrenamientos fue de 84 días (12 semanas), para todos los individuos en ambos grupos.

A continuación se exponen las figuras que muestran las características sociodemográficas y clínicas de la población estudiada: *edad, peso, índice de masa corporal (IMC), lateralidad, deporte y horas de entrenamiento semanal, tiempo de evolución de la TR y lateralidad del miembro afectado.*

La edad promedio de la población estudiada fue de 30 años. En la figura 22 puede observarse la media de *edad* de los pacientes que integraron cada grupo:

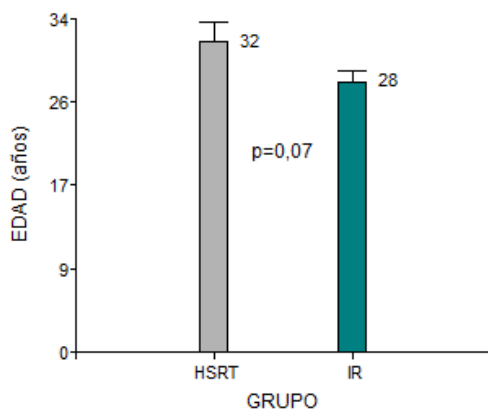


Figura 22: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *edad* promedio de los pacientes que integraron cada grupo de entrenamiento.

No hubo diferencia significativa entre las edades de ambos grupos estudiados; según el Test t de Student para muestras independientes.



La media del peso de la población estudiada fue de 80,8 Kg. La Figura 23 muestra el *peso* promedio de los participantes de ambos grupos:

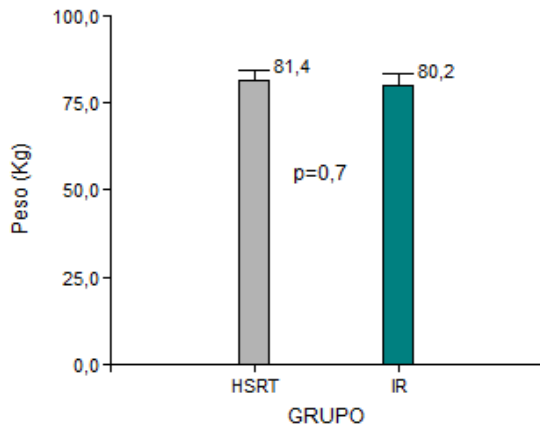


Figura 23: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del *peso* (Kg) de los pacientes de ambos grupos. No hubo diferencia significativa entre el peso de los participantes de ambos grupos estudiados; según el Test t de Student para muestras independientes.

La talla promedio de la población estudiada fue de 178,55 cm. La figura 24 muestra la *altura* media de los pacientes de ambos grupos:

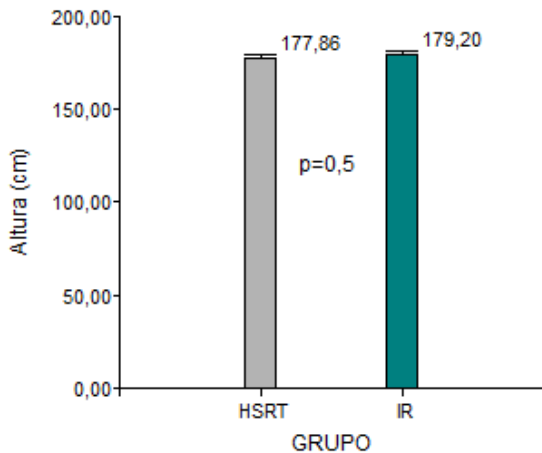


Figura 24: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *altura* (cm) de los pacientes de ambos grupos. No hubo diferencia significativa entre la *talla* de los integrantes de ambos grupos estudiados; según el Test t de Student para muestras independientes.

El IMC promedio de la población estudiada fue de 25,72 Kg.m<sup>2</sup>. A continuación, en la figura 25 se observa el *IMC* promedio de los pacientes de ambos grupos:

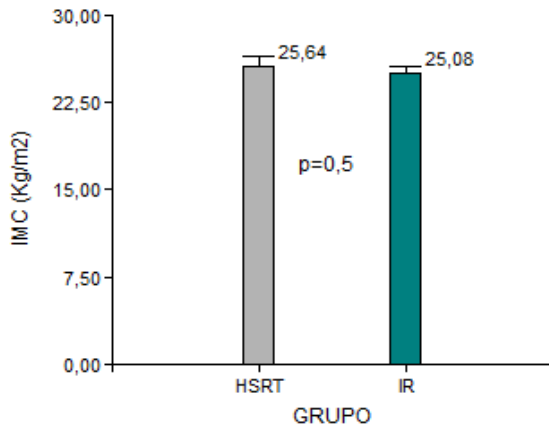


Figura 25: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del IMC (Kg.m<sup>2</sup>) de los participantes de cada grupo. No hubo diferencia significativa del *IMC* de ambos grupos; según el Test t de Student para muestras independientes.

Respecto al miembro dominante, el 71% de la población tenían lateralidad del miembro inferior derecho. La figura 5 muestra el porcentaje de pacientes con *lateralidad* del miembro inferior derecho o izquierdo de ambos grupos:

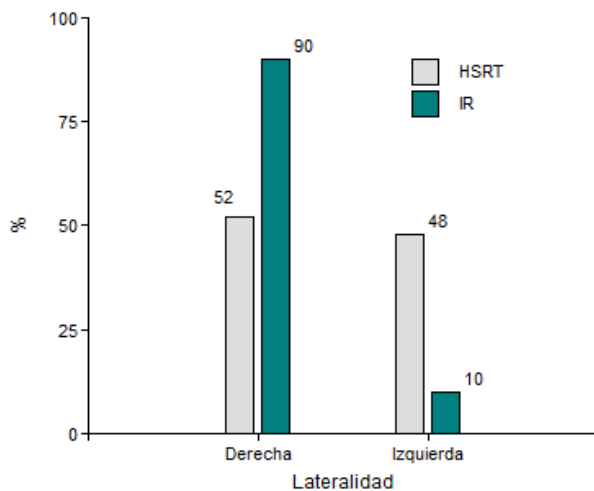


Figura 26: Cada barra representa el porcentaje promedio de pacientes tratados de ambos grupos con lateralidad del miembro inferior derecho o izquierdo.

Todos los participantes del estudio practicaban deportes, el 54% futbol, 17% vóley, 12% básquet y el 10% running. A continuación, en la 27 está representado el porcentaje de pacientes de ambos grupos que ejercían determinado tipo de práctica deportiva:

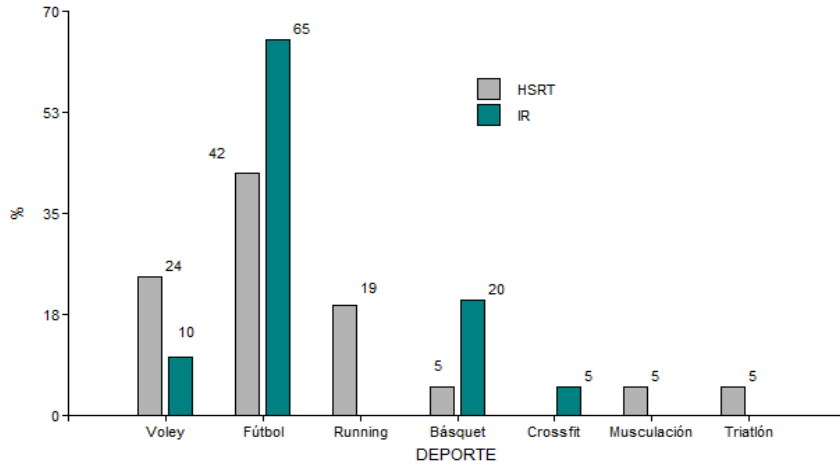


Figura 27: Cada barra representa el porcentaje promedio de los pacientes tratados, de ambos grupos, que practicaban determinado deporte.

El tiempo de práctica deportiva en la población estudiada fue: el 54% entre 1 a 5 hs., el 44% entre 6 y 10 hs. y el 2 % entre 11 y 15 hs. En la figura 28 se puede observar el porcentaje de horas semanales que los integrantes de cada grupo realizaban actividad física:

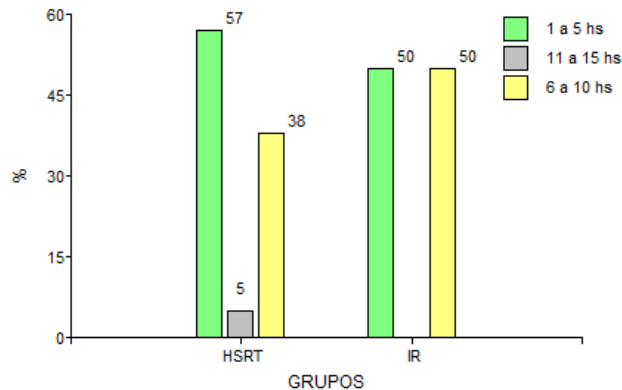


Figura 28: Cada barra representa la Media del porcentaje de horas de entrenamiento semanal deportivo de los pacientes tratados de ambos grupos.

En cuanto al tiempo de evolución de la patología en la población estudiada, el 32% tenía entre 3 a 6 meses, el 37% entre 7 y 12 meses, el 17% entre 13 y 18 meses y el resto más tiempo de evolución.

En la figura 29 está representado el porcentaje en intervalo de meses de la evolución de la TR en los pacientes de cada grupo:

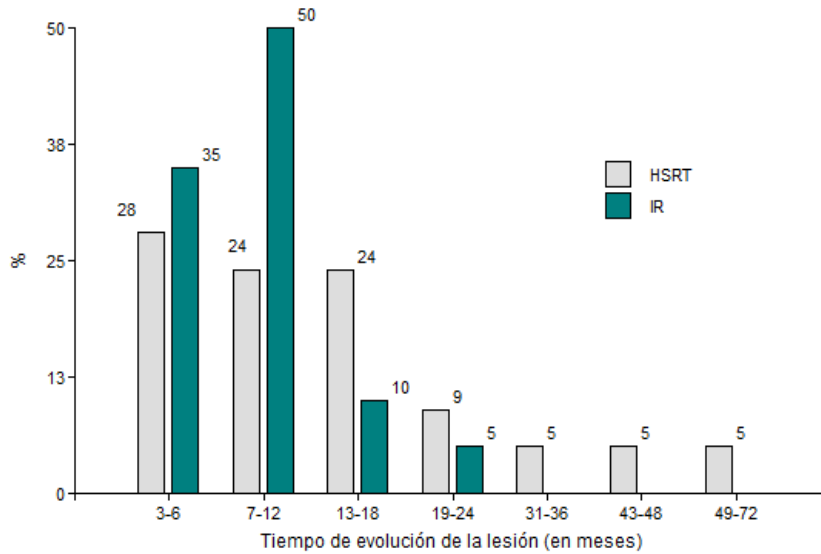


Figura 29: Cada barra representa la Media del porcentaje de intervalo de meses de evolución de la lesión de los pacientes tratados de ambos grupos.

Con respecto a la lateralidad del miembro inferior lesionado de la población total, el 56% tenía TR en miembro izquierdo y el 44% en el derecho.

En la Figura 30 se expone el porcentaje de pacientes con la lateralidad del miembro con TR de ambos grupos estudiados:

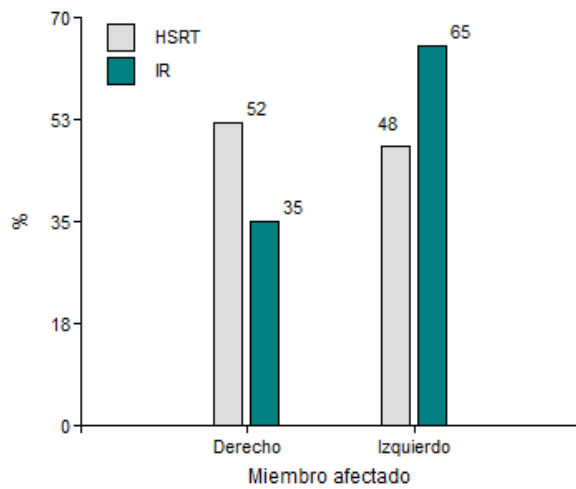


Figura 30: Cada barra representa la Media del porcentaje de pacientes con el miembro afectado (derecho o izquierdo) tratados en ambos grupos.

## Test provocativos de carga

Al inicio y final del tratamiento los pacientes de ambos grupos fueron evaluados con *test provocativos de carga*: sentadilla a una pierna en plano declinado (SDS) y extensión de rodilla.

El puntaje promedio de la EVA en el test SDS, al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT) puede observarse en la figura 31:

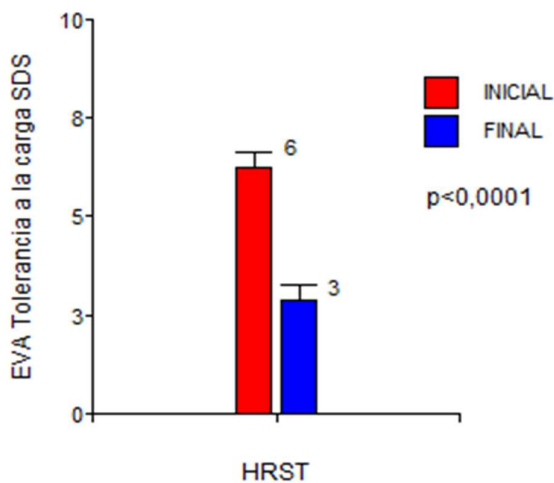


Figura 31: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la EVA para el test provocativo SDS, al inicio y final del tratamiento del grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el puntaje del inicio y final del tratamiento control; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 32 puede observarse el puntaje promedio de la EVA en el test SDS, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

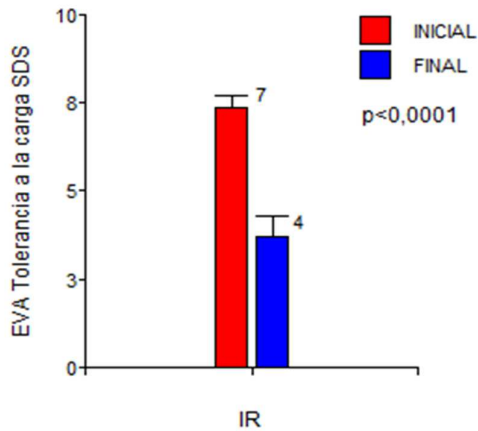


Figura 32: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la EVA para el test provocativo SDS, al inicio y final del tratamiento del grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre la puntuación de los pacientes al inicio y final del tratamiento IR; según el Test t de Student para datos apareado.

El puntaje promedio de la EVA en el test de extensión de rodilla al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT) se muestra en la figura 32:

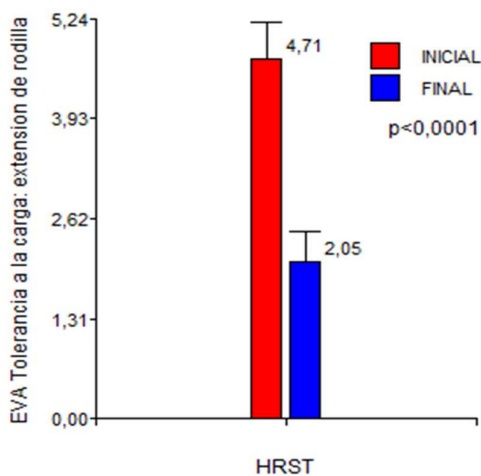


Figura 32: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la EVA para el test extensión de rodilla al inicio y final del tratamiento en el grupo de control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre la media de pacientes al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 32 puede observarse el puntaje promedio de la EVA en el test extensión de rodilla al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

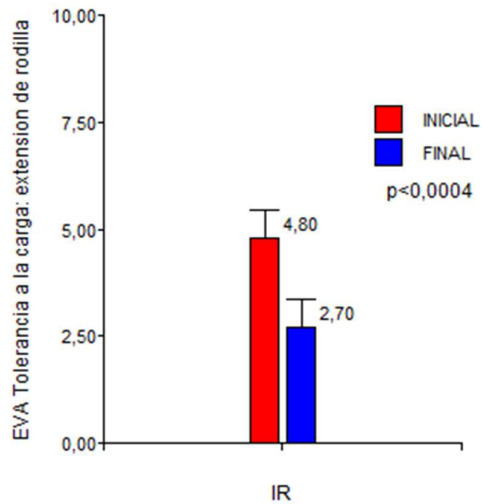


Figura 32: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la EVA para el test de extensión de rodilla, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre la puntuación de los pacientes al inicio y final del tratamiento IR; según el Test t de Student para datos apareados.



## Cuestionario VISA-P

El cuestionario VISA-P, evalúa la gravedad de los síntomas, la capacidad funcional y deportiva del paciente. La población estudiada de ambos grupos determinó un puntaje promedio inicial de 51,04 y final de 73,55.

En la figura 33 puede observarse la puntuación de VISA-P obtenida en el grupo control (HSRT) en el momento inicial del programa, a las 6 y a las 12 semanas:

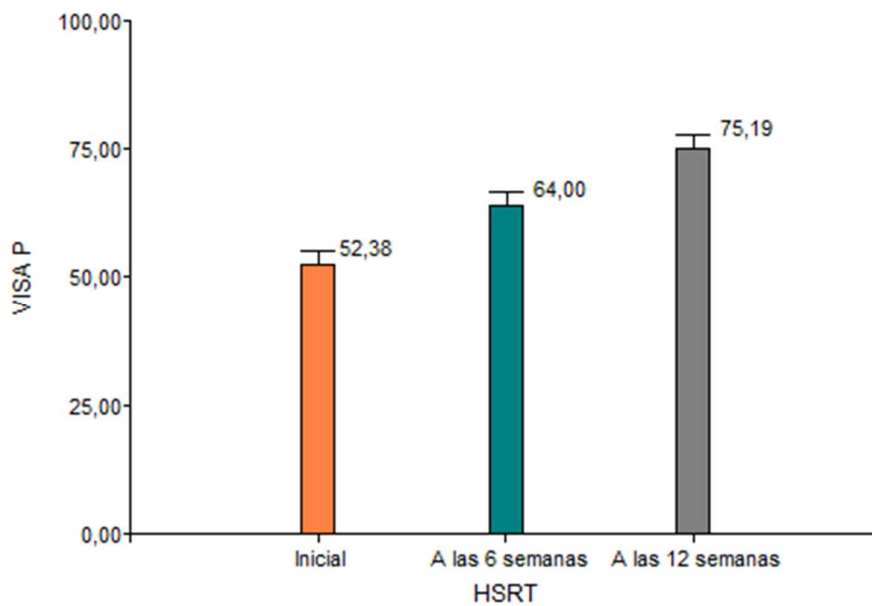


Figura 33: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la VISA-P en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) entre el puntaje inicial, a las 6 semanas y a las 12 semanas; según ANAVA - Test de Fisher.

En la figura 34 puede observarse la puntuación de VISA-P obtenida en el grupo de estudio (IR) en el momento inicial del programa, a las 6 y a las 12 semanas:

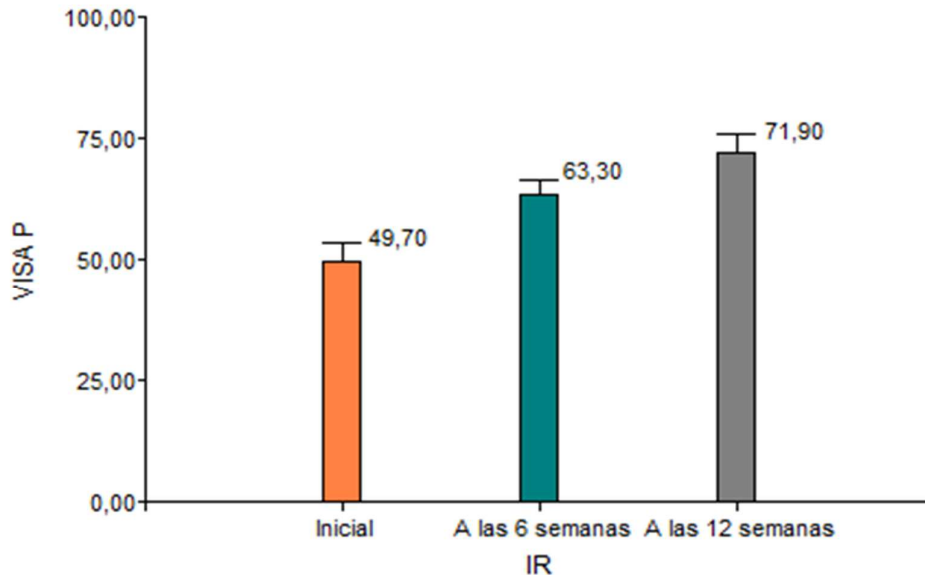


Figura 34: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje de la VISA-P en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) entre el puntaje inicial, a las 6 semanas y a las 12 semanas; según ANAVA - Test de Fisher.

Hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre el puntaje de las 6 semanas y 12 semanas; según ANAVA - Test de Fisher.

A su vez, en ambos grupos, se realizó unos análisis de correlación entre los test de carga provocativos y el puntaje obtenido del cuestionario VISA-P.

A continuación puede observarse los resultados del análisis de correlación entre la media del puntaje del cuestionario VISA-P y el test provocativo SDS (sentadilla a 1 pierna en plano declinado) de ambos grupos (Figura 35).

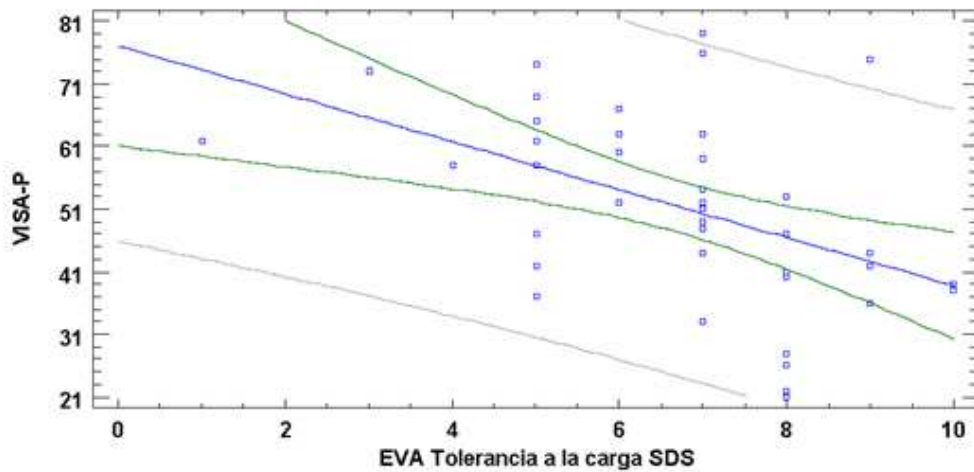


Figura 35: Puntaje de VISA-P en función del puntaje de la EVA en el test de tolerancia a la carga SDS en ambos grupos de tratamiento (n=41),  $r$  (coeficiente de correlación de Pearson) = - 0,47; existe una diferencia estadísticamente significativa:  $p < 0,0017$ .

Al relacionar los puntajes obtenidos de VISA-P y la prueba provocativa (SDS) se obtuvo una relación inversa de -0.47 con una estimación de pendiente de -3.83 de test de carga ( $p=0.0017$ ), lo que implica que por cada unidad de incremento de EVA, el puntaje en VISA-P se redujo 3.83 puntos.

A continuación puede observarse los resultados del análisis de correlación entre la media del puntaje del cuestionario VISA-P y el test provocativo de extensión de ambos grupos (Figura 36).

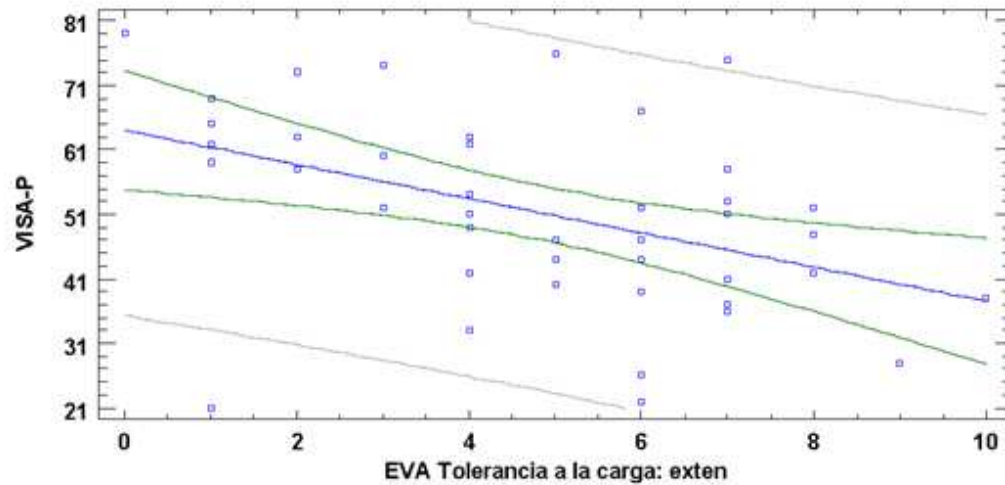


Figura 36: Puntaje de VISA-P en función del puntaje de la EVA en el test de tolerancia a la carga en extensión de rodilla en ambos grupos de tratamiento. (n=41), r (coeficiente de correlación) = - 0,44; p<0,0033.

Al relacionar los puntajes obtenidos de VISA-P y la prueba provocativa de extensión de rodilla se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.443 con una estimación de pendiente de -2.65 (P=0.0033). Por unidad de incremento de EVA hubo una reducción de 2.65 puntos en la valoración de VISA-P, lo que indica que determinó una relación lineal negativa.

## Cuestionario EuroQol-5D

A través del instrumento EuroQol-5D se midió la *calidad de vida* relacionada con la salud permitiendo analizar la eficacia y efectividad de ambos programas.

En la figura 37 puede observarse el puntaje del EuroQol-5D al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT):

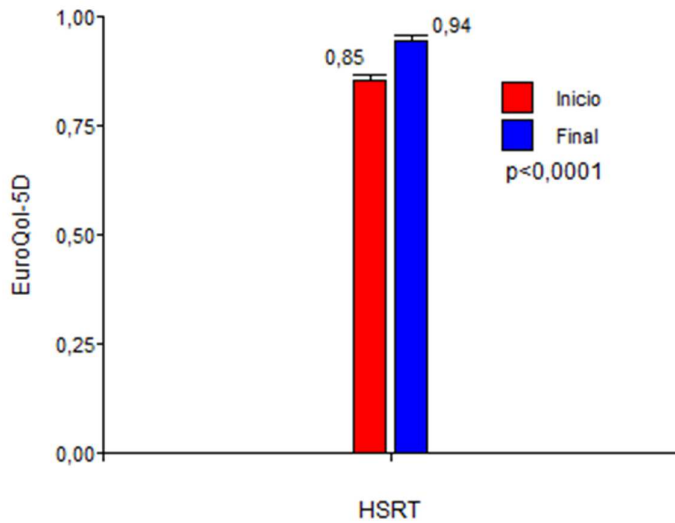


Figura 37: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje del *EuroQol-5D* al inicio y finalización del tratamiento en el grupo de control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre la media de pacientes al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 38 puede observarse el puntaje del *EuroQol-5D* al inicio y finalización del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

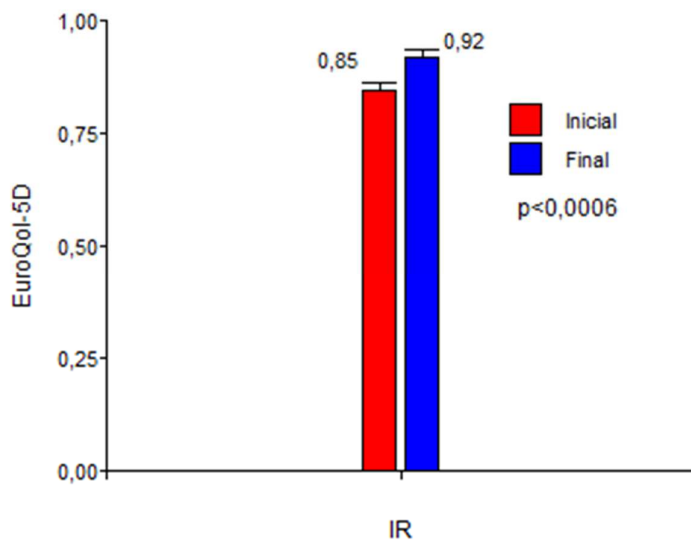


Figura 38: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del puntaje del *EuroQol-5D* al inicio y finalización del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre la puntuación al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

### **Escala Funcional Específica del Paciente**

Para evaluar cambios a nivel funcional, se utilizó una encuesta definida para pacientes que presentan disfunciones o trastornos musculoesqueléticos, la Escala Funcional Específica del Paciente. Se expresan los resultados de los dos entrenamientos en las figuras que se presentan a continuación:

En la figura 39 puede observarse la puntuación de la *Escala Funcional Específica del Paciente* al inicio y finalización del entrenamiento en el grupo control (HSRT):

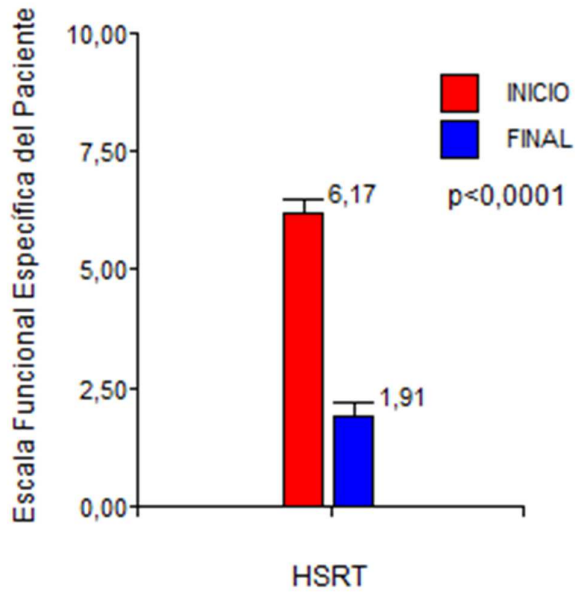


Figura 39: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la puntuación de la *Escala Funcional Específica del Paciente* al inicio y finalización del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el puntaje al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 40 puede observarse la puntuación de la *Escala Funcional Específica del Paciente* al inicio y finalización del entrenamiento en el grupo de estudio (IR):

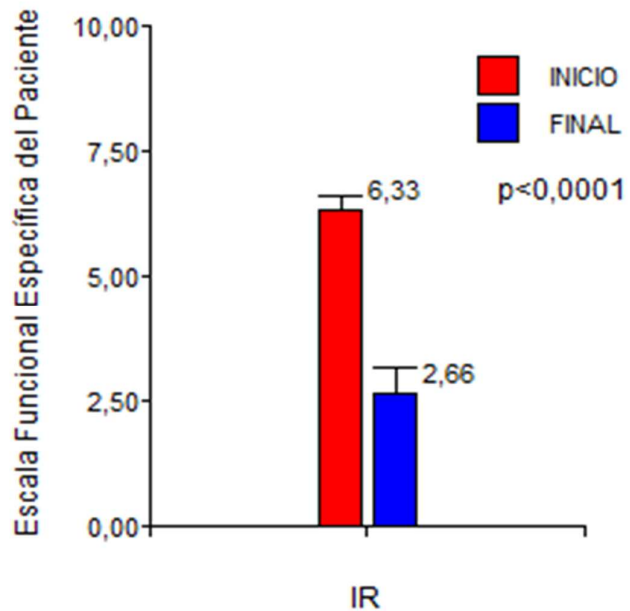


Figura 40: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la puntuación de la *Escala Funcional del Paciente* al inicio y finalización del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre el puntaje al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.



## Escala Impresión Global de Cambio

Para evaluar el estado clínico global, al finalizar los tratamientos, se utilizó el instrumento Escala Impresión Global de Cambio referido al dolor y a las actividades físicas. A continuación se pueden observar los resultados del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR).

Del total de la población estudiada, el 26% manifestó sentirse muchísimo mejor respecto al dolor al finalizar el tratamiento, el 62% mucho mejor y el 12% un poco mejor.

En la figura 41 puede observarse la puntuación de la *Escala Impresión Global de Cambio* referido al *dolor* del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR) a las 12 semanas.

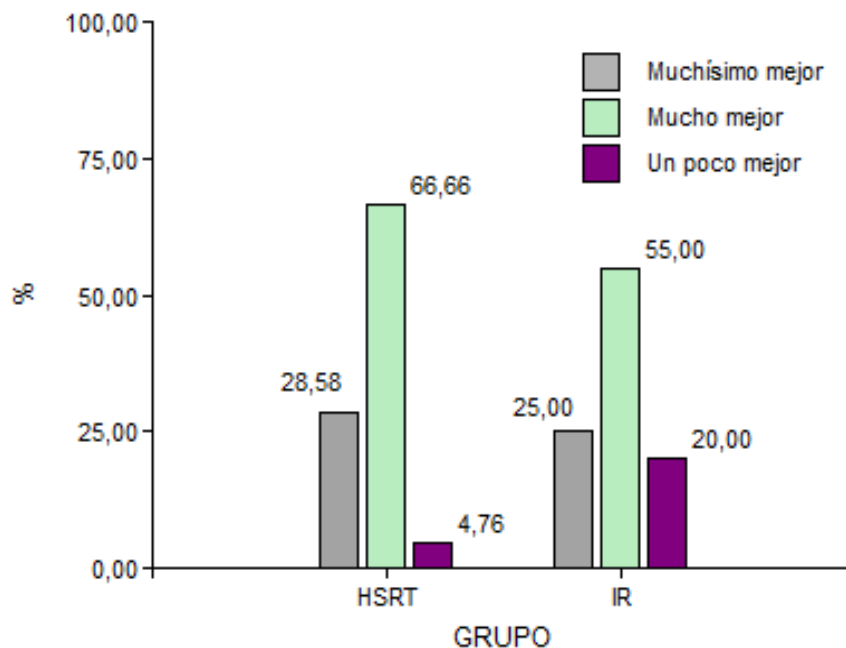
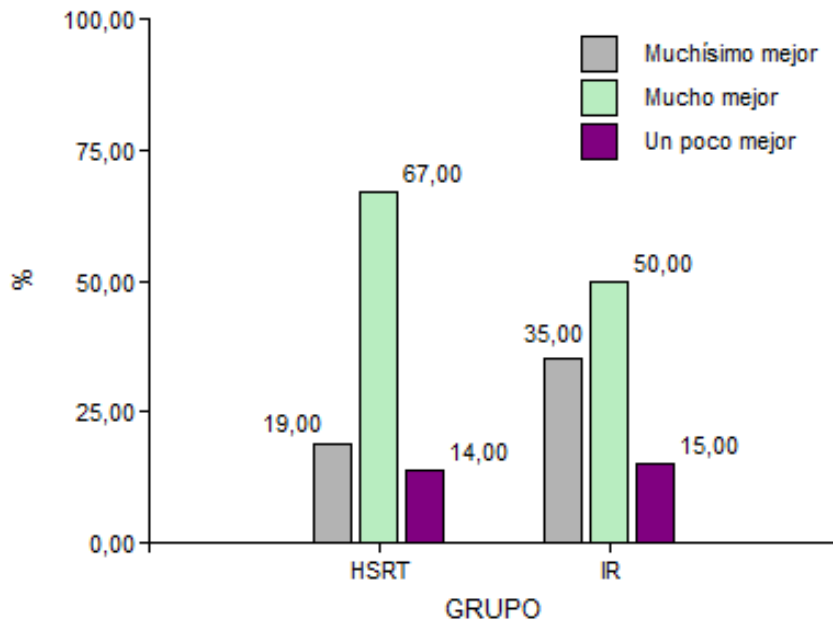


Figura 41: puede observarse la puntuación de la *Escala Impresión Global de Cambio* referido al *dolor* del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR) a las 12 semanas. Existe asociación ( $p < 0,005$ ) entre la percepción de dolor de los pacientes a las 12 semanas y el tratamiento realizado. Según Chi Cuadrado – Test de Pearson (Test de asociación).

De la población estudiada, el 27% expresó sentirse muchísimo mejor durante las actividades físicas, el 58% mucho mejor y el 15% un poco mejor.

En la figura 42 puede observarse la puntuación de la *Escala Impresión Global de Cambio* referido a las *actividades físicas* del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR) a las 12 semanas.

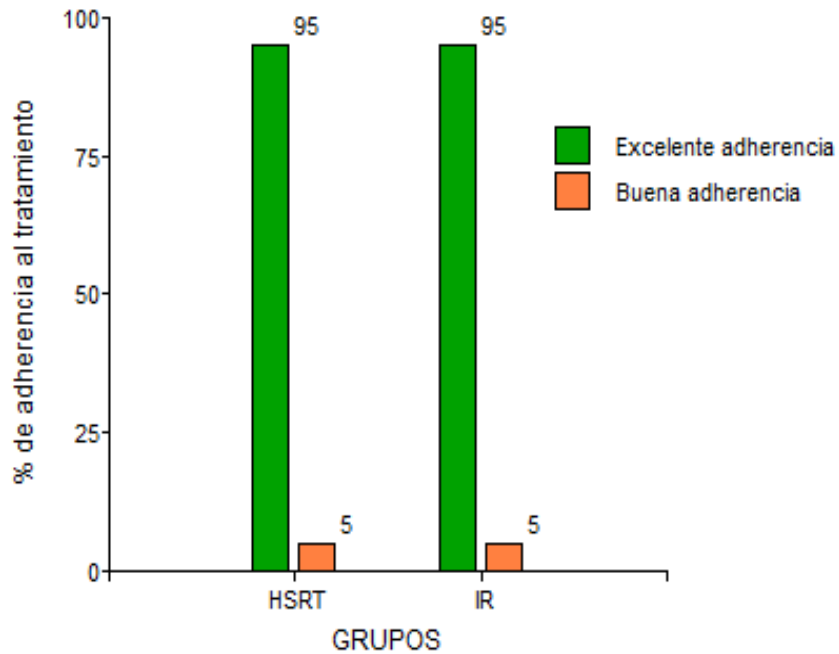


En la figura 42 puede observarse la puntuación de la *Escala Impresión Global de Cambio* referido a *actividades físicas* del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR) a las 12 semanas. Existe asociación ( $p < 0,02$ ) entre la percepción de mejoría de los pacientes a las 12 semanas con respecto a la actividad física y el tratamiento realizado. Según Chi Cuadrado – Test de Pearson (Test de asociación).

## Adherencia al Tratamiento

Un factor muy importante para cumplimentar con los objetivos de un diseño experimental clínico es la adherencia al tratamiento.

En la figura 43 puede observarse la *Adherencia al Tratamiento* del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR) a las 12 semanas.



En la figura 43 puede observarse el porcentaje de adherencia al tratamiento del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR). Existe asociación ( $p < 0,0001$ ) entre el porcentaje de adherencia y los grupos de entrenamientos. Según Chi Cuadrado – Test de Pearson (Test de asociación).

## Pruebas Físicas

Los integrantes del grupo control y de estudio, después de una entrada en calor estandarizada, realizaron 5 *pruebas funcionales*: *evaluación de la fuerza por medio de test de RM submáxima (sentadilla horizontal y extensores de rodilla), movilidad de tobillo, triple hop test y test de salto vertical con contramovimiento*. Los resultados se muestran en las figuras siguientes:

-Resultados del test de RM submáxima: en sentadilla horizontal.

En la figura 44 pueden observarse los resultados de la *fuerza máxima en sentadilla horizontal* de la pierna izquierda y derecha respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT):

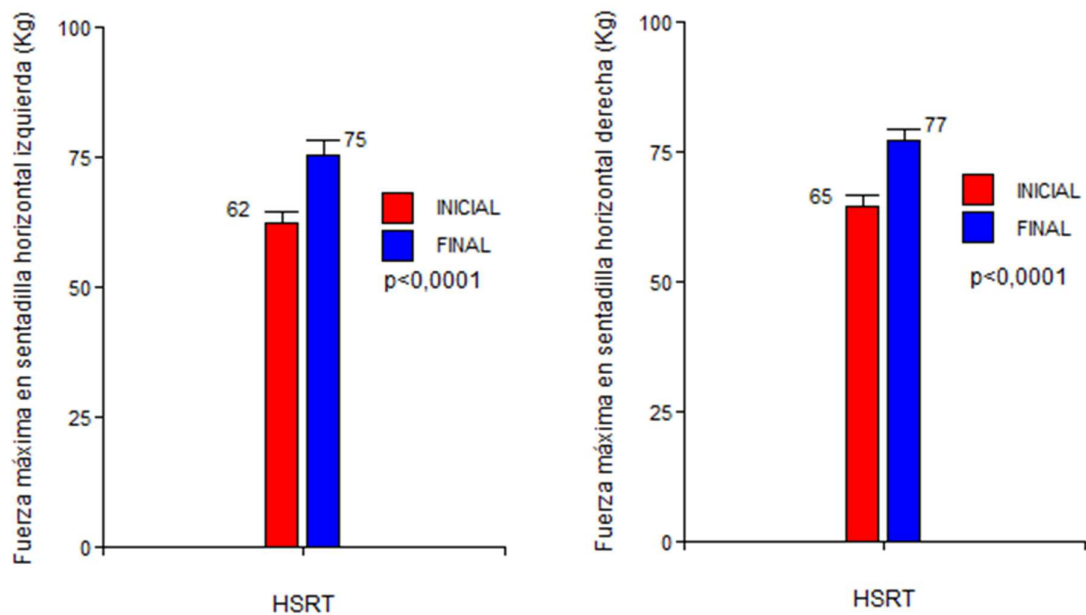


Figura 44: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *fuerza máxima en sentadilla horizontal* del miembro izquierdo y derecho respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

La figura 45 muestra los resultados de la *fuerza máxima en sentadilla horizontal* de la pierna izquierda y derecha respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

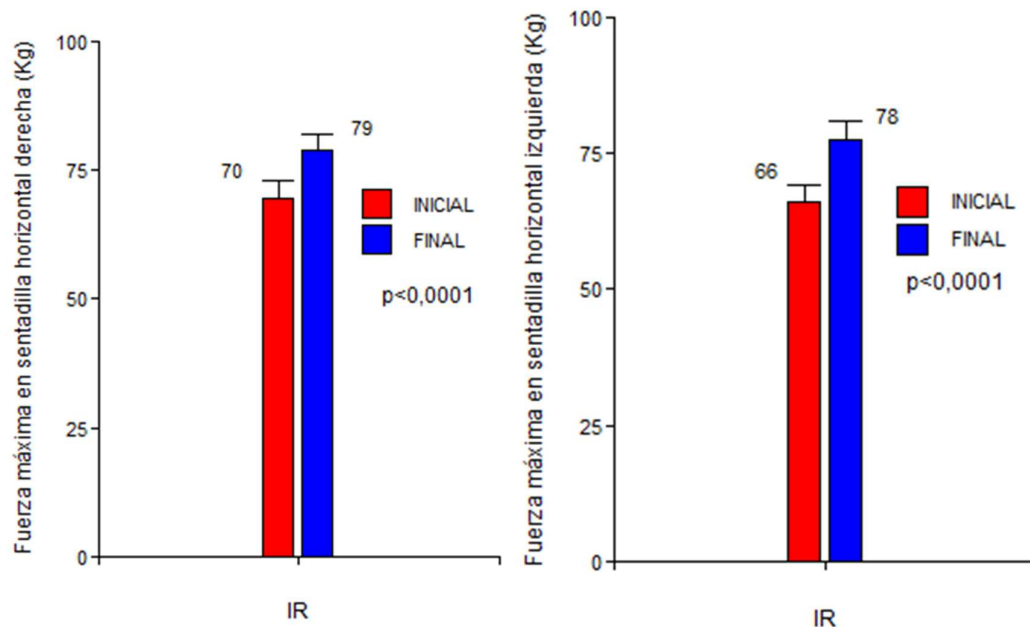


Figura 45: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *fuerza máxima en sentadilla horizontal* del miembro izquierdo y derecho respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

-Resultados del test de RM submáxima: en extensores de rodilla.

La figura 46 presenta los resultados de la *fuerza máxima de extensores de rodilla* derecha e izquierda respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT):

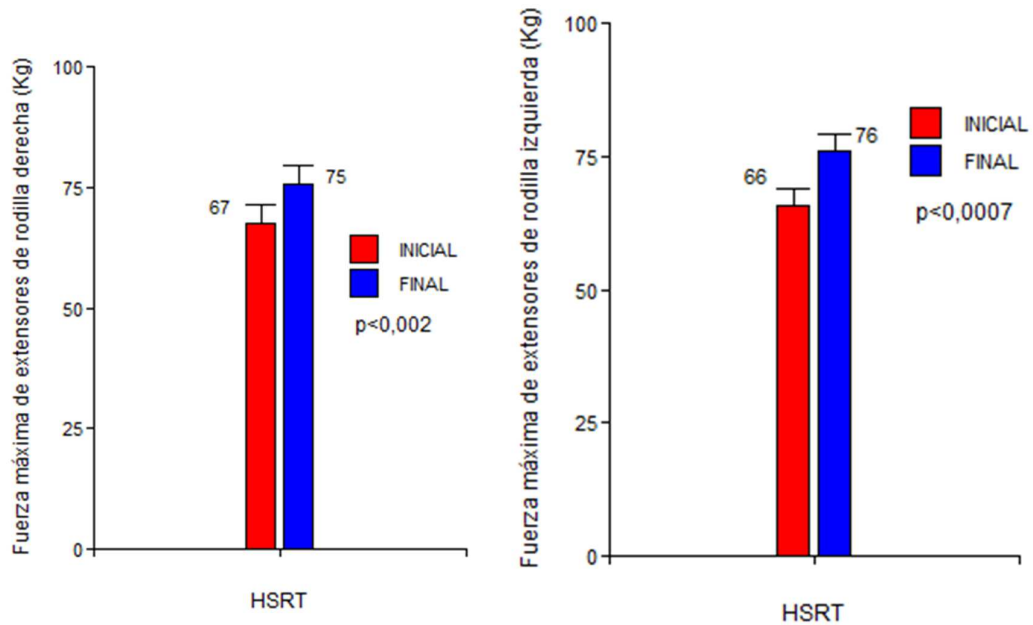


Figura 46: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *fuerza máxima de extensores de rodilla* del miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 47 se puede observar la *fuerza máxima de extensores de rodilla* derecha e izquierda respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

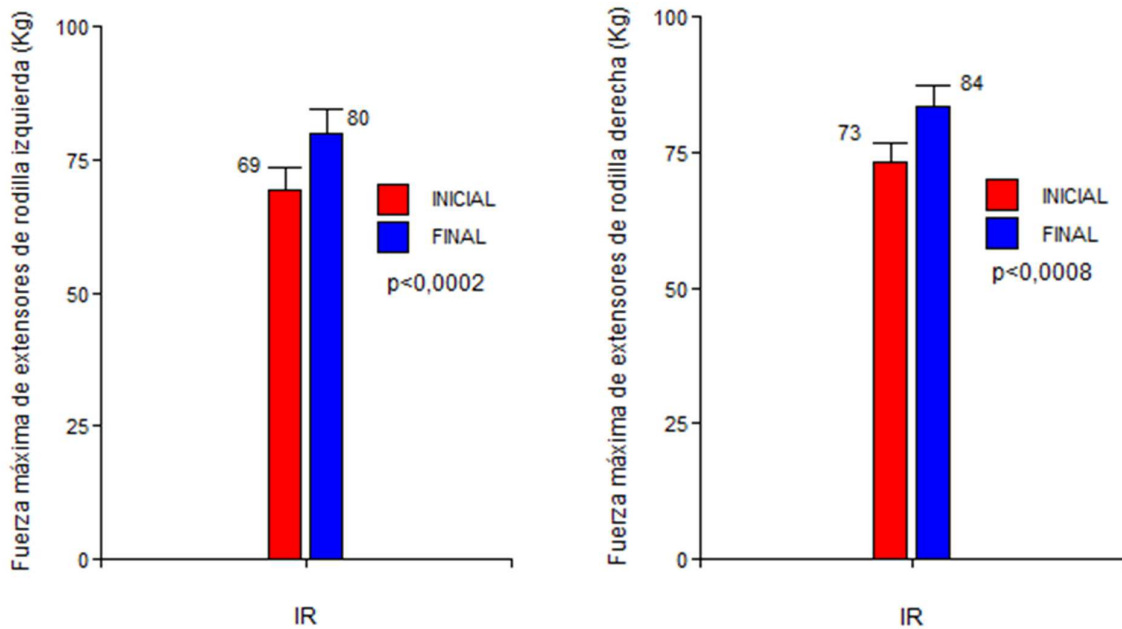


Figura 47: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *fuerza máxima de extensores de rodilla* del miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

-Resultados de la movilidad tibiotalariana.

En la figura 48 se expresan los resultados de la *movilidad tibiotalariana* de miembro izquierdo y derecho respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT):

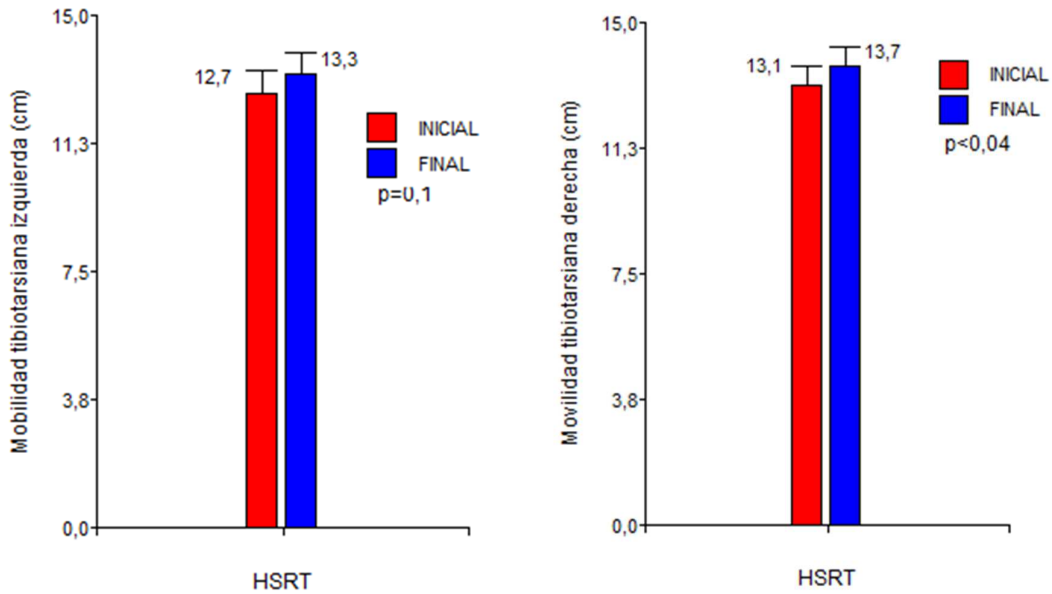


Figura 48: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *movilidad tibiotalariana* del miembro izquierdo y derecho respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.



En la figura 50 se representan los resultados de *la movilidad tibiotalariana* de miembro izquierdo y derecho respectivamente al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

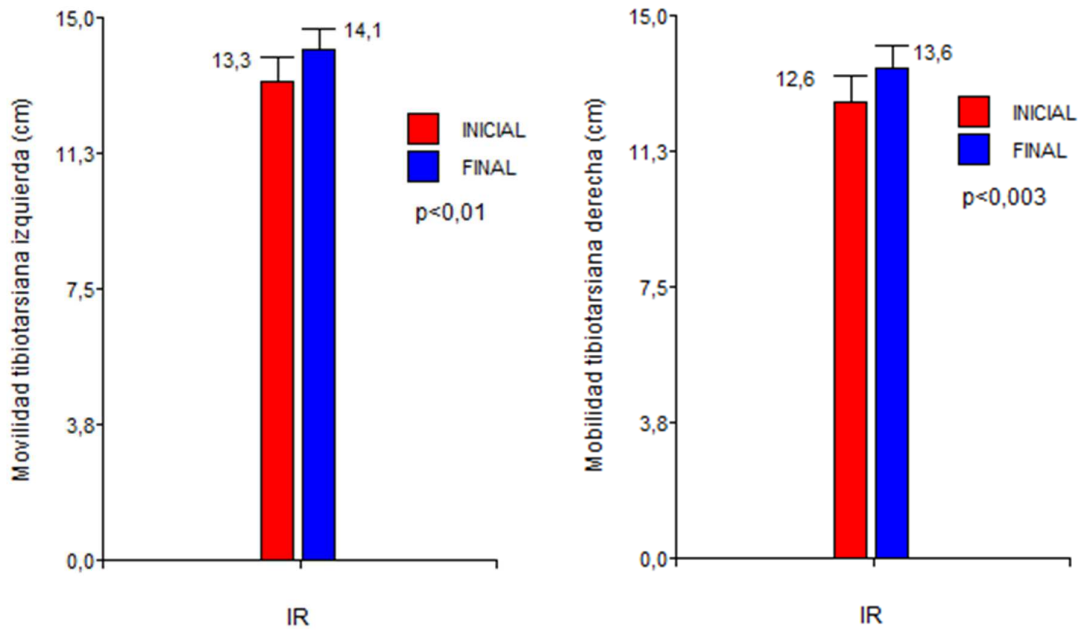


Figura 50: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la *movilidad tibiotalariana* del miembro izquierdo y derecho respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

*-Resultados del triple salto.*

La figura 51 expresa la distancia del triple salto del miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y finalización del tratamiento en el grupo control (HSRT):

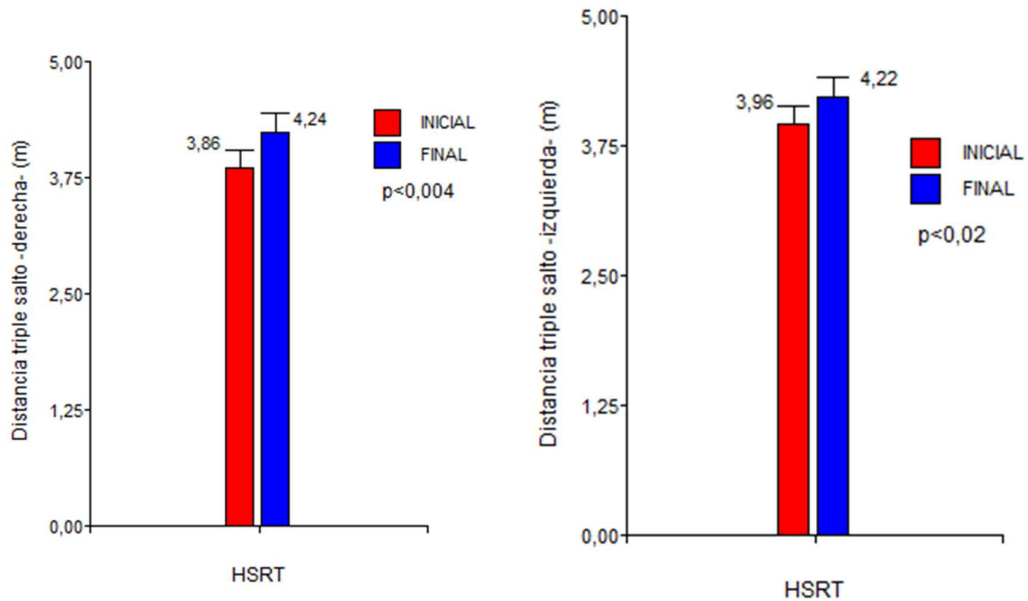


Figura 51: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la distancia del triple salto con miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y finalización del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 52 puede observarse la distancia del triple salto del miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR):

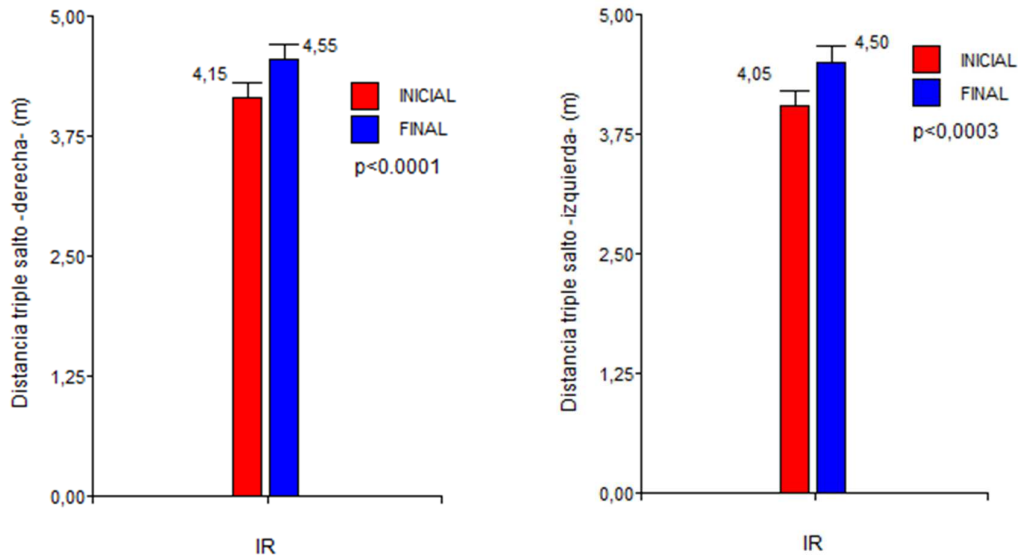


Figura 52: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES de la distancia del triple salto con miembro derecho e izquierdo respectivamente, al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre el inicio y final del tratamiento para ambos miembros; según el Test t de Student para datos apareados.

*-Resultados del salto vertical con contramovimiento*

En la figura 53 se exponen los resultados del salto vertical en cm, al inicio y final del entrenamiento en el grupo control (HSRT):

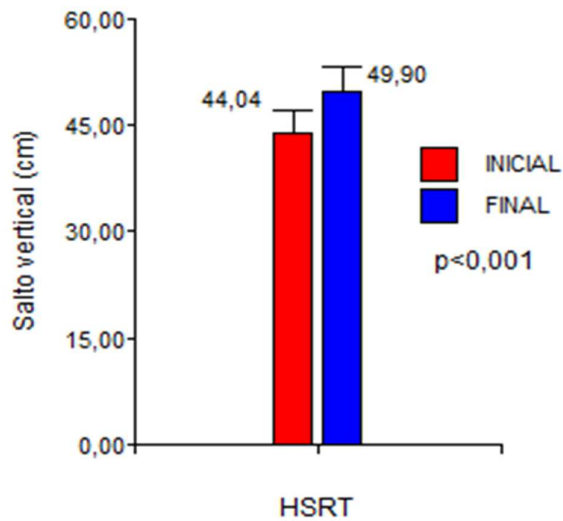


Figura 53: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del salto vertical al inicio y final del tratamiento en el grupo control (HSRT). Hubo diferencia significativa entre la media de pacientes al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

En la figura 54 se presentan los resultados del salto vertical (cm), al inicio y finalización del entrenamiento en el grupo de estudio (IR):

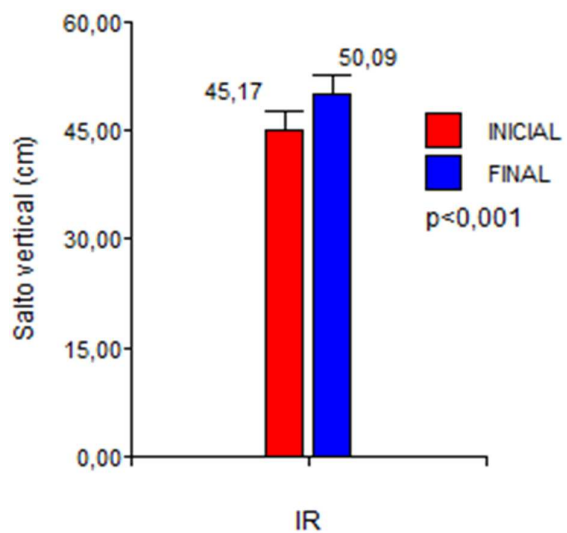


Figura 54: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del salto vertical al inicio y final del tratamiento en el grupo de estudio (IR). Hubo diferencia significativa entre la media de pacientes al inicio y final del tratamiento; según el Test t de Student para datos apareados.

## Evaluación Ecográfica

La prueba de imagen ecográfica ha demostrado ser de importancia en la evaluación de tendinopatías, permitiendo confirmar la presencia de la patología, ayudar en el diagnóstico diferencial o cuando el cuadro clínico no es claro. A continuación se presentan los resultados de los hallazgos imagenológicos respecto al grosor del tendón (Thickness) y al porcentaje de neovascularización

En la figura 55 puede observarse los resultados respecto al *grosor* del tendón rotuliano al inicio y finalización del tratamiento del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR).

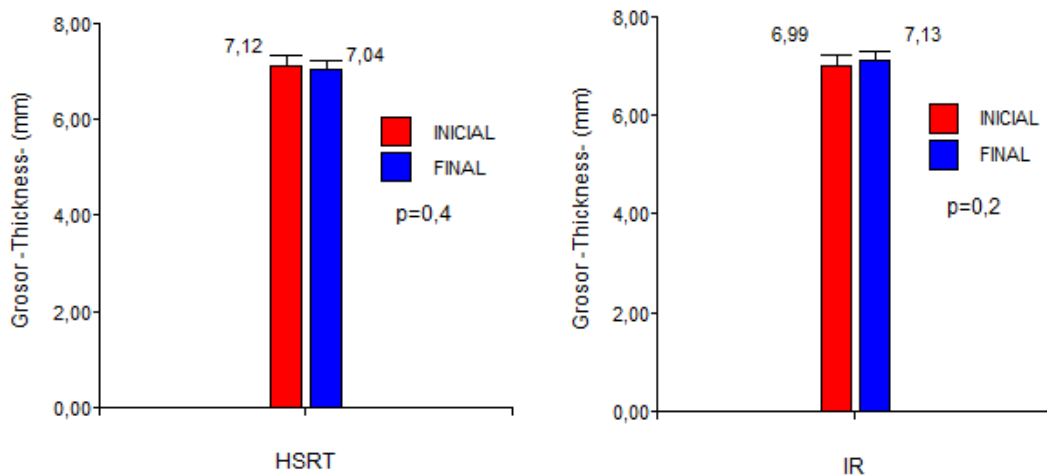


Figura 55: Cada barra representa la Media  $\pm$  ES del grosor del tendón lesionado al inicio y final del tratamiento en ambos grupos. Sin existir diferencia significativa.

La población estudiada presentó al final del tratamiento: 49% de leve neovascularización del tendón lesionado, el 27% moderada, 17% severa y 7% sin neovascularización.

En la figura 56 se presentan los resultados respecto al porcentaje de *Neovascularización* del tendón rotuliano al inicio y final del tratamiento del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR).

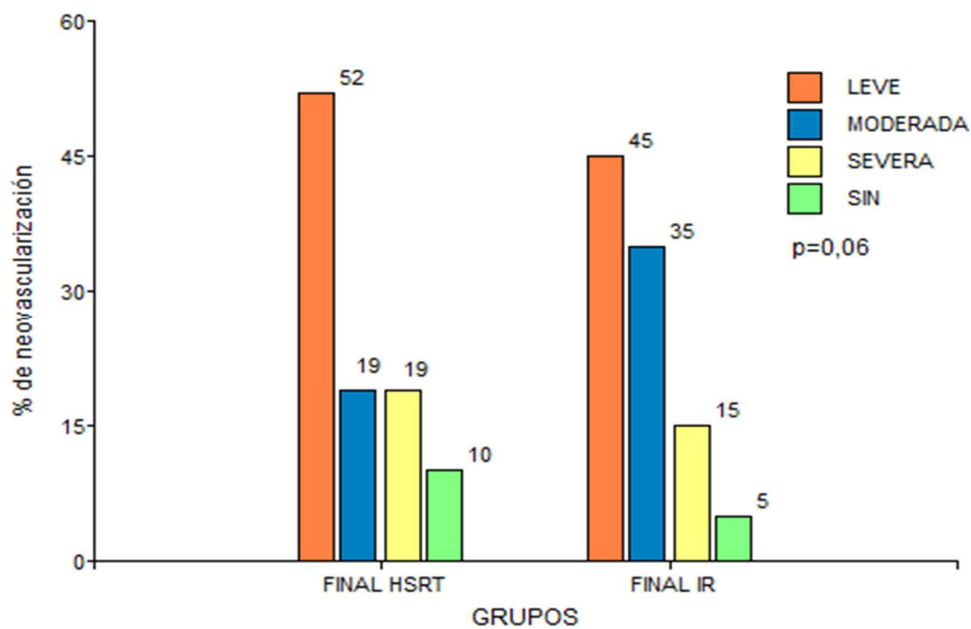


Figura 56: Cada barra representa el porcentaje promedio de la neovascularización en ambos grupos al finalizar el tratamiento. No existe una asociación ( $p=0,06$ ) entre los % de neovascularización y el entrenamiento realizado, según Chi Cuadrado - Test de Pearson (Test de asociación).

## Eventos adversos

En la figura 57 puede observarse el porcentaje de *Eventos adversos* al **final** del tratamiento del grupo control (HSRT) y del grupo de estudio (IR).

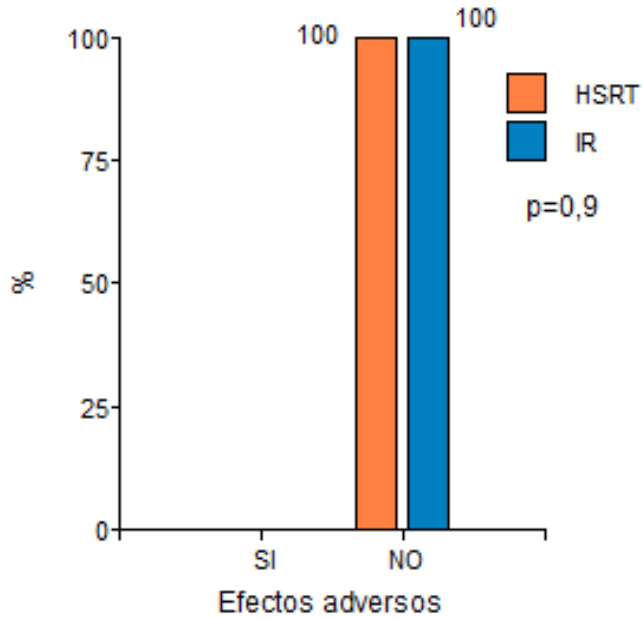


Figura 57: Cada barra representa el porcentaje promedio de efectos adversos presentados en ambos tratamientos. No hubo diferencia significativa.



## DISCUSIÓN

La TR es una lesión frecuente de difícil manejo, que provoca dolor y disfunción tanto en personas que practican deportes como en sedentarios. Clínicamente, se manifiesta en dos características distintivas: dolor localizado en el vértice inferior de la rótula y dolor dependiente del tipo y magnitud de la carga provocadas con actividades como correr, saltar y cambiar de dirección. La etiología de la TR es multifactorial y se han identificado numerosos factores de riesgo (Van Der Worp et al, 2011; de Vries et al, 2015), pero se cree que la sobrecarga repentina y/o de alta intensidad es el factor principal (Malliaras y O'Neill, 2017).

Es necesario una mejor comprensión de la patogenia y de los factores de riesgo causales, para la planificación de medidas preventivas y de intervención en esta lesión (Van der Worp et al, 2012; Jomaa et al, 2020). Además, otro factor que contribuye al desafío que genera esta patología, es la limitada capacidad para analizar los resultados de investigaciones disponibles en la literatura, debido a la falta de medidas de resultado válidas. Para ello, el estudio Delphi en el año 2019, incluyó a pacientes y destacados especialistas en el tema, con el objetivo de identificar las medidas centrales de resultados en tendinopatías. Este tipo de estudio, es un proceso de consenso prospectivo, que requiere la participación de un grupo de expertos que responden de manera anónima y sin interactuar entre ellos a una serie de cuestionarios sucesivos, que contienen cuestiones referidas al futuro. Los resultados fueron: a) calificación general del paciente, b) participación / dolor en la actividad o carga, c) función, capacidad física y psicología, d) calidad de vida y dolor en un periodo de tiempo determinado (Vicenzino et al, 2019). Teniendo en cuenta este consenso, nuestro estudio intentó incluir cada una de estas dimensiones.

El tratamiento conservador de la TR es un proceso dificultoso y conlleva tiempo. Dentro de las opciones de tratamiento propuestas en la literatura se incluye reposo, medicación antiinflamatoria, electroterapia, ultrasonido, vendaje, masajes, plasma rico en plaquetas, terapia con láser, terapia de ondas de choque extracorpóreas y cirugía, aunque todas con resultados contradictorios (Lopes et al, 2018).

La terapia basada en ejercicios de fortalecimiento neuromuscular es considerada la mejor opción de tratamiento en la actualidad. Entre las distintas modalidades investigadas, la modalidad excéntrica y la resistencia pesada lenta (HSRT), son las intervenciones más prometedoras, sin embargo, aún no se han determinado las variables óptimas de cada programa; y no existen suficientes estudios correctamente diseñados y controlados que nos permita conocer cuál es la mejor estrategia de tratamiento (Larsson et al, 2012; Rodríguez-Merchan, 2013; Malliaras et al, 2013; Dos Santos Franco et al, 2019). Además, la elección de los criterios de progresión de carga existentes es controvertida, ya que los estudios generalmente se centran en comparar diferentes tipos de ejercicios y no diferentes criterios de progresión, lo que dificulta la toma de decisión.

En el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar la efectividad terapéutica de un programa de entrenamiento con resistencia inercial en pacientes con TR crónica comparado con el HSRT.

Los datos demográficos y antropométricos (edad, sexo, altura, peso, IMC, lateralidad, lado afectado, tiempo de evolución) de nuestras muestras en la evaluación inicial, no mostraron diferencias significativas, lo que nos sugiere que se trabajó con un grupo homogéneo.

Al analizar las características demográficas de nuestro estudio, se encontraron similitudes a lo investigado por otros autores. La edad, altura, peso e IMC y características específicas del deporte, en el cual predominan acciones de aterrizaje, cambios de dirección y explosividad, han sido descritos como factores de riesgo asociados a esta lesión (Lian et al, 2005).

La TR afecta principalmente a personas jóvenes (edad promedio de nuestra muestra:  $29.63 \pm 7,15$  años), especialmente hombres, que practican deportes que sobrecargan de forma repetitiva el aparato extensor, como fútbol, vóley y básquet. En deportistas amateurs, la prevalencia de TR también es alta, y se ha encontrado que aumenta hasta un 33% en mayores de 18 años (Simpson et al, 2016). Zwerver et al. (2011) investigó atletas no profesionales de 7 deportes diferentes en los Países Bajos y encontró una prevalencia de TR de 2.5% en fútbol y 14.4% en voleibol. En nuestro estudio, el 54% de los pacientes practicaban fútbol, 17% vóley, 12% básquet y el 10% running.

La diferencia entre hombres y mujeres que participaron en nuestro estudio es consistente (41 hombres – 1 mujer) y coincidente con otros autores. Entre ellos, Visnes y Bahr (2013), en un estudio de corte prospectivo con jugadores de vóley, encontró que los hombres tenían 3-4 veces más riesgo de desarrollar TR que las mujeres. Recientemente, en otro estudio, se evaluó la incidencia de tendinopatías en deportes de equipo durante 8 temporadas, encontrando una relación 9:1 entre deportistas hombres y mujeres (Florit et al, 2019). Aún no está claro, pero algunos autores justifican que estas diferencias podrían estar relacionadas a características hormonales (Ej. el estrógeno puede ser protector en las mujeres hasta la menopausia), diferencias relacionadas a la fuerza (Ej.: capacidad de salto vertical) y propiedades biomecánicas propias de los tendones (Kubo et al, 2003; Onambélé et al, 2007).

En nuestra muestra, la media del IMC ( $25,36 \pm 3,11$  kg) y de horas de entrenamiento por semana ( $5,43 \pm 2,81$  hs) es similar a la encontrada por Crossley et al. (2007), quienes demostraron que un IMC ( $25.2 \pm 4.0$  kg) y las horas de entrenamiento ( $3.6 \pm 2.1$  hs) por semana, estaban asociado a mayor riesgo de desarrollar TR unilateral. Dichos resultados también coinciden con los encontrados por otros autores que además, relacionaron estos hallazgos con cambios ecográficos en el tendón (Malliaras et al, 2007). En un estudio transversal, con una muestra de 2224 jugadores de básquet y vóley, se encontró asociación entre las horas de entrenamiento por semana y las variaciones de las cargas de entrenamientos entre una temporada y otra, como factores de riesgos para desarrollar TR (Van der Worp et al, 2012).

En relación al lado afectado, el 71% de los pacientes tenían lateralidad derecha y el lado afectado era el izquierdo, similar a lo reportado por Hägglund et al. (2011) en el cual encontraron una prevalencia mayor sobre el lado no dominante. En jugadores de futbol sala, Abate et al. (2012), también encontraron mayor prevalencia sobre el lado no dominante. Una posible hipótesis sobre esta relación en sujetos que juegan futbol, podría explicarse por el tiempo que pasa el lado no dominante en la fase de apoyo, mientras que el pie dominante maneja la pelota (Cain et al, 2007).

La condición crónica de esta lesión coincide a lo propuesto por distintos autores en el cual clasifican las tendinopatías en “agudas”, cuando los síntomas están presentes entre 0 y 6 semanas, “subaguda”, entre 6 y 12 semanas y crónicas, más de 3 meses (Leadbetter, 1992; Kaux et al, 2011). En cuanto al tiempo de evolución en la población estudiada, el 32% tenía entre 3 a 6 meses, el 37% entre 7 y 12 meses, el 17% entre 13 y 18 meses y el resto más tiempo de evolución.

De acuerdo con la opinión de expertos, coincidimos que en un programa de ejercicios para el tratamiento de TR no es necesario la exclusión de las acciones concéntricas, la intensidad de la carga tiene que ser progresiva y además debe considerar todos los componentes de la cadena de movimiento (Malliaras et al, 2015; Cook y Docking, 2015).

La comprensión de como los tendones sintomáticos con patología se adaptan a la carga es crucial para planificar la rehabilitación y minimizar el riesgo de lesión (Heinemeier y Kjaer, 2011). En este sentido, para el desarrollo de este estudio tuvimos en cuenta lo propuesto por Bohm et al. (2015), en su excelente metanálisis en el que concluyeron que la adaptación del tendón a la carga en sujetos sanos se produce con cargas altas (+70% RM), repeticiones de larga duración (+6”), descanso entre series (2-3 min) y una duración de entrenamiento mayor a 12 semanas.

Dentro de los distintos protocolos de rehabilitación propuestos para el manejo de la TR en la literatura, el programa de entrenamiento con resistencia pesada y lenta (HSR) propuesto por Kongsgaard et al. (2009), demostró ser efectivo en el tratamiento de la TR cuando se los comparó con los tradicionales ejercicios excéntricos (ECC) e infiltración con corticoides (CORT).

Años más tarde, Romero-Rodríguez et al. (2011), proponen un programa de entrenamiento con sobrecarga inercial en una serie de casos con atletas que padecen TR. A pesar que los participantes eran atletas de nivel nacional y el programa consistía en un único ejercicio (< de 24´ de actividad neuromuscular) con una frecuencia de 2 veces por semana, durante 6 semanas, demostró interesantes y prometedores resultados tanto a nivel clínico como funcional.

Otros estudios, han demostrado que la sobrecarga excéntrica generada con dispositivos inerciales produce ganancias de 5–13% en la masa muscular, 11–39% en la contracción voluntaria máxima, 21-90% en fuerza excéntrica y 10-33% en potencia muscular (Maroto-Izquierdo et al, 2017). En base a estos resultados y considerando necesario evaluar otras intervenciones, propusimos un ensayo clínico controlado y aleatorizado, que tuvo como objetivo comparar la efectividad de un programa de ejercicios inerciales frente al programa de ejercicios de resistencia pesada y lenta, a nivel de dolor y función en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

Los pacientes de ambos grupos de entrenamientos, completaron el cuestionario VISA-P sin asistencia, en la evaluación inicial, a las 6 semanas y a las 12 semanas de tratamiento. La puntuación del cuestionario VISA-P al inicio del estudio no mostró diferencias entre los grupos (IR:  $49.7 \pm 16.81$  – HSRT:  $52.38 \pm 13.33$ ). La diferencia clínica mínima de cambio propuesta al inicio del estudio de 13 puntos (Hernandez-Sanchez et al, 2014) fue superada en ambos grupos por más de 20 puntos, en coincidencia con los resultados obtenidos por Kongsgaard et al. (2009) en su estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos señalar que nuestra hipótesis de estudio no se cumplió. A pesar que ambos grupos de tratamiento mejoraron, de acuerdo al cuestionario VISA-P, principal medida de evaluación, no hubo diferencias significativas a las 12 semanas de intervención (Fig. 1) (HSRT:  $75,19 \pm 11,44$  - IR:  $71,90 \pm 18,50$ ).

El grupo IR en el periodo comprendido entre las 6 a 12 semanas mejoró el puntaje en el VISA-P, pero esta mejora no fue significativa a diferencia del grupo HSRT.

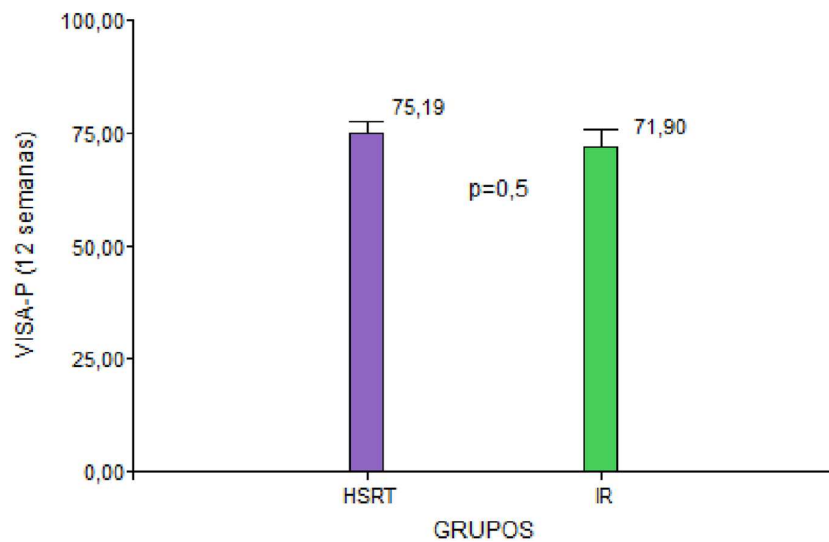


Figura 1: Cada barra representa la media  $\pm$  ES del puntaje de VISA-P a las 12 semanas en ambos tratamientos

El programa IR tuvo una duración aproximada de 26" por serie, frente a 90" del programa propuesto por Kongsgaard et al. (2009). Por lo tanto, el grupo IR tuvo menor tiempo de trabajo total; y mayor velocidad de ejecución en los ejercicios de fuerza respecto al grupo HSRT. Esta respuesta llamó la atención, debido a que frecuentemente cargas rápidas suelen provocar dolor; y además, el tendón con TR se adapta más favorablemente a cargas lentas. A partir de estos hallazgos, creemos que la velocidad de ejecución del programa de ejercicios inercial propuesto para el tratamiento de la TR, siempre y cuando este monitoreada con una escala subjetiva de dolor, no es relevante en el agravamiento de los síntomas.

Respecto a la frecuencia de entrenamiento, hay autores que recomiendan que en sujetos sanos, 2 sesiones de entrenamiento con resistencia inercial por semana, con 48 hs de recuperación entre sesión es suficiente (Tesch et al, 2017). En nuestra experiencia, en sujetos con TR, comprobamos que 3 sesiones de entrenamiento con resistencia inercial por semana no produjeron inconvenientes y las adaptaciones fueron muy favorables.

En los estudios publicados donde se evaluó distintos protocolos de ejercicios para el tratamiento de la TR, a los participantes no se les permitió continuar con sus prácticas deportivas y/o entrenamientos las primeras 6-8 semanas de la intervención (Purdam et al, 2004; Bahr et al, 2006; Frohm et al, 2007). Por el contrario, en nuestro estudio, durante el tiempo de tratamiento, los participantes de ambos grupos continuaron realizando actividades deportivas, de forma controlada por el investigador principal. El instrumento de monitoreo utilizado para determinar la carga fue la intensidad del síntoma medido con una escala numérica del dolor (Silbernagel et al, 2007). El mismo fue utilizado en el presente trabajo; los pacientes de ambos grupos fueron instruidos que de experimentar dolor durante la actividad deportiva, este no debía superar una puntuación de 3-4 / 10 de una escala visual análoga del dolor.

En este punto, Visnes et al. en el 2005, no encontró resultados satisfactorios al emplear un programa de ejercicios excéntricos en jugadores de vóley con TR que continuaron la participación deportiva de forma normal sin utilizar instrumento de monitoreo.

Por lo tanto, al igual que lo investigado por Silbernagel et al. en el 2007 en pacientes con tendinopatía de Aquiles crónica, consideramos imprescindible el uso de un instrumento de monitoreo del síntoma para que los pacientes continúen realizando actividad deportiva de forma segura y no complicar la evolución del tratamiento.

Respecto a la participación deportiva, los integrantes de ambos grupos de tratamiento retomaron al finalizar el estudio la práctica deportiva, a pesar que el puntaje de VISA-P era menor a 80. Algunos autores refieren que un puntaje menor a 80 y la ausencia de síntomas de TR, no indica que la recuperación sea completa (Zwerver, 2008; Mann et al, 2013) y el riesgo de recaída es alta. Hägglund et al. (2011), calculó una tasa de recurrencia del 12-27% en jugadores de futbol, lo que refleja el carácter crónico y rebelde de esta lesión. Coincidimos con Cook y Purdam (2013), en la importancia de que en pacientes con TR que estén realizando tratamiento reduzcan temporalmente las cargas. Este tipo de estrategias son indicadas y disminuyen notablemente los síntomas del paciente, además el retorno debe ser gradual y planificado ya que es frecuente que el síntoma se reactive.

Para evitar el riesgo de recaída, a todos los pacientes que participaron en este trabajo, se les dio recomendaciones acerca del control de la carga a futuro (tiempo de juego, frecuencia entre partidos/entrenamientos y automonitoreo con una EVA del dolor no sobrepasando 4/10 las molestias); y que continuaran con un programa individualizado de fortalecimiento en gimnasio, al menos 2 veces por semana.

Con respecto a la evaluación del dolor relacionado a la función de los pacientes, valorada con la Escala Funcional Especifica del Paciente, se observó poca dispersión en la valoración inicial y en la mejora en el promedio de las 3 actividades al final del tratamiento (Fig. 2 a y b), no encontrándose diferencias importantes. El cambio mínimo detectable en este instrumento con un intervalo de confianza de 90% para el puntaje promedio de las 3 actividades está establecido en 2 puntos (Stratford, 1995), por lo cual, de acuerdo a nuestros resultados, ambos tratamientos demostraron resultados favorables.

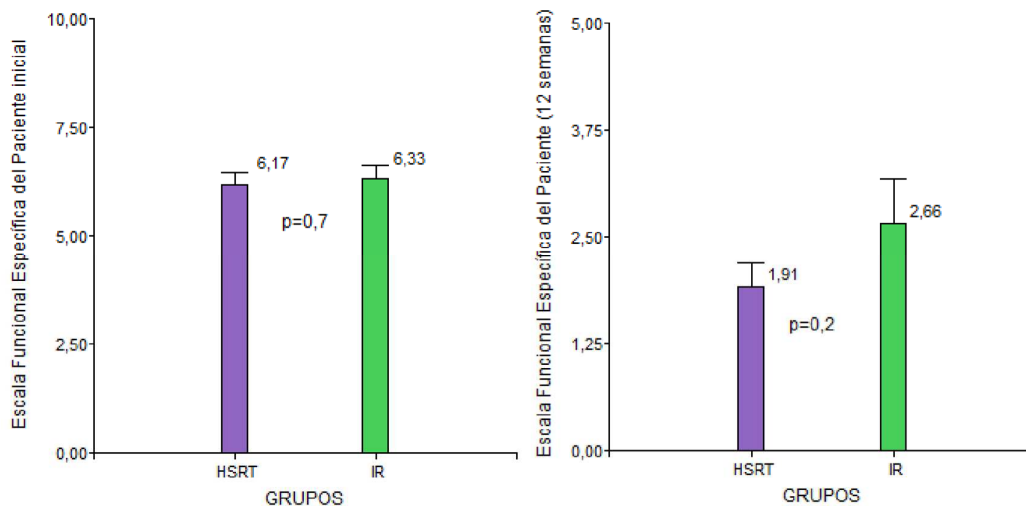


Figura 2: Cada barra en ambas figuras, muestra la media  $\pm$  ES de la puntuación de la evaluación del dolor según la Escala Funcional Específica del Paciente. No hubo diferencias significativas comparando ambos grupos, a la izquierda representado al inicio del estudio y a la derecha al final del mismo.



La calidad de vida relacionada a la salud, es un objetivo en el ámbito sanitario que está adquiriendo cada vez mayor importancia; y desde hace unos años comenzó a utilizarse para conocer el impacto de la enfermedad, o como medida de resultados en rehabilitación, especialmente en situaciones en donde las intervenciones terapéuticas no pueden dirigirse, como son los factores biopsicosociales (Amarins et al, 2016). La aplicación del cuestionario Euroqol-5D nos permitió evaluar en cinco dimensiones, el impacto de la TR en la calidad de vida relacionada a la salud de los pacientes.

En las dimensiones del EQ-5D, antes de comenzar el tratamiento en los participantes de ambos grupos, se observó que el 78,05% de los pacientes declaraba no tener problemas de movilidad, el 97,56 % no tenía problemas con el cuidado personal y el 36,59 % tenía algunos problemas para la realización de las actividades de la vida diaria (trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre). Un 90.24 % refería tener dolor o malestar moderado y el 4.88% dolor severo. Más de la mitad de los pacientes (60,98%), declararon no sentirse ansiosos ni deprimidos.

Respecto a la puntuación de la EVA (termómetro), los pacientes al considerar su salud en general al inicio del estudio, determinaron una media de 78 puntos.

Al final del tratamiento ambos grupos mejoraron en el score promedio de las 5 dimensiones y en la puntuación EVA (termómetro) (Fig.3). En el autocuidado no se encontraron cambios al final del tratamiento (97.5%). El 95% de los pacientes mejoraron la movilidad y el 82.5% de los pacientes declararon no sentirse ansiosos ni deprimidos, mostrando una considerable mejora respecto al inicio. Los cambios más relevantes de ambos tratamientos se produjeron en la dimensión dolor/discomfort con una mejora de un 47%. Además, dicho resultado tiene relación en la función, ya que el 87% de los pacientes relataron no tener problemas para realizar sus actividades diarias. Por lo cual, creemos que los programas de ejercicios propuestos como tratamiento de la TR mostraron una mejora importante en el dolor, en lo cual se traduce a la función y ansiedad/depresión, lo que en su conjunto impacta considerablemente en la calidad de vida percibida.

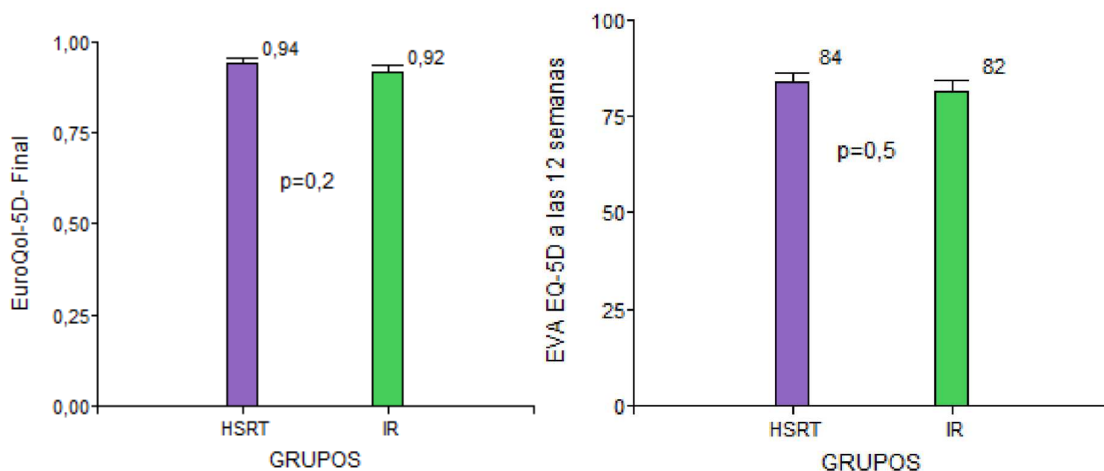


Figura 3: Cada barra en ambas figuras, muestra la media  $\pm$  ES de los valores del EuroQol-5D (inicial a la izquierda y final a la derecha del tratamiento) de ambos grupos. Sin existir diferencias entre el inicio y el final de ambos tratamientos.

La combinación de escalas y cuestionarios autoreportados de evaluación se utilizan con frecuencia para medir e integrar distintas respuestas del tratamiento (Dworkin et al, 2005). Para medir la percepción de los pacientes sobre los resultados del tratamiento se utilizó la Escala de Impresión Global de Cambio, en forma separada para: dolor y función. Los pacientes de ambos grupos de tratamiento calificaron la función como: 29% “Muchísimo mejor”/ 67% “Mucho mejor” en el grupo HSRT y 25% “Muchísimo mejor”/ 55% “Mucho mejor” en el grupo IR, no encontrándose diferencias significativas entre ambos al finalizar el tratamiento.

No hemos encontrado ensayos clínicos publicados, de características similares al del presente trabajo, que haya utilizado este cuestionario. Tampoco podemos comparar estos resultados con el estudio de Kongsgaard et al. (2009), ya que ellos evaluaron el grado de satisfacción de los pacientes al final y a los 6 meses de tratamiento por medio de una encuesta enviada por mail, donde los pacientes seleccionaban dos posibles opciones: “Satisfecho” o “No satisfecho”. Los resultados obtenidos a las 12 semanas fueron: el 75% del grupo que recibió corticoides (9 pacientes), el 42% del grupo que realizó excéntricos (5 pacientes) y 70% del grupo entrenamiento pesado y lento (9 pacientes) estaban satisfechos.

Creemos que evaluar el grado de satisfacción del paciente al final del tratamiento fue de gran importancia en nuestro trabajo y debería tenerse en cuenta en futuros estudios. Es una medición centrada en el paciente, en el cual valoraron su propio estado de salud y el tratamiento que recibieron. De esta manera, nos permitió conocer sus preferencias, aspectos relacionados con el tratamiento que más preocupan y a generar un mayor cumplimiento de la propuesta terapéutica (adherencia) y, por lo tanto, en su efectividad.

Además, el grado de satisfacción del paciente está relacionado con los resultados clínicos positivos (Rossettini et al, 2018) y puede contribuir al profesional en la toma de decisiones y a investigar nuevas intervenciones terapéuticas.

El diagnóstico de la TR es clínico, se basa en la historia del paciente, el examen físico y en pruebas de carga que puedan reproducir los síntomas. El dolor es muy localizado, el paciente puede determinar el sitio del dolor utilizando solo uno o dos dedos. Las tendinopatías son carga dependiente, lo que sugiere que a mayor carga provocada, mayor dolor. Además, en las primeras fases de la lesión, el dolor del tendón mejora con la actividad y empeora en reposo. Es de importancia indagar el antecedente de lesión, especialmente si es como resultado de períodos de descarga-sobrecarga, considerar factores de riesgo y características específicas del deporte que el paciente práctica (Cardoso et al, 2019).

Un aspecto a valorar en nuestro estudio, fue la inclusión de dos pruebas provocativas que fueron medidas con una EVA (Figura 58) y luego relacionadas al puntaje del cuestionario VISA-P, antes y al final del tratamiento. La sentadilla a una pierna en una rampa declinada de 30° (SDS) incrementa la carga en el tendón rotuliano hasta un 40% (Zwerver et al, 2007); distintos autores (Purdam et al, 2003; Rudavsky y Cook, 2014) la recomiendan por su simpleza como test diagnóstico. El otro test aplicado fue la extensión de rodilla a una pierna en un sillón de cuádriceps, partiendo de un ángulo de 90° a 0° con 30-45 kg, que no hemos encontrado antecedentes en la literatura.

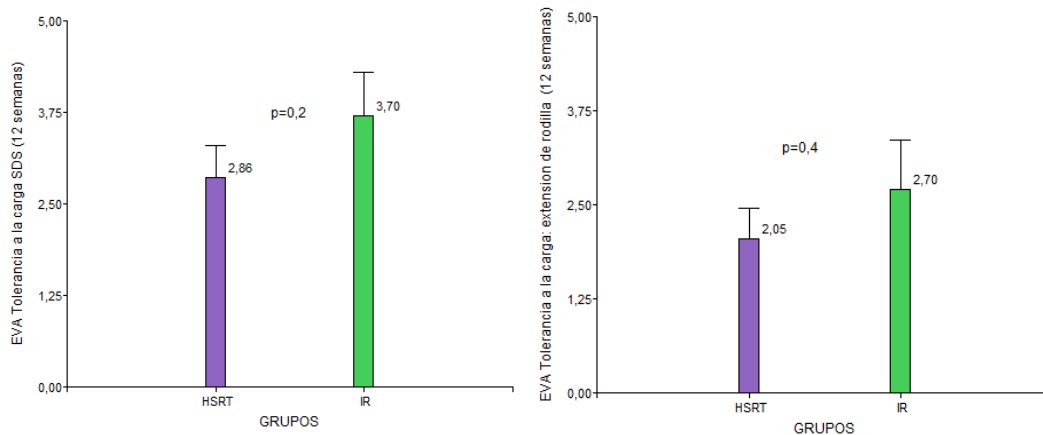


Figura 58: Cada barra representa la media  $\pm$  ES del puntaje de la EVA de las pruebas provocativas realizadas en ambos grupos al final del tratamiento. La figura de la izquierda corresponde a la sentadilla a una pierna en una rampa declinada de  $30^\circ$  (SDS) y a la derecha la extensión de rodilla a una pierna en un sillón de cuádriceps.

Al relacionar los puntajes obtenidos de VISA-P y la prueba provocativa (SDS) se obtuvo una correlación de Pearson inversa de  $-0.470$  con una estimación de pendiente de  $-3.83$  de test de carga ( $P=0.0017$ ), lo que implica que por cada unidad de incremento de EVA, el puntaje en VISA-P se redujo 3.83 puntos.

Al relacionar los puntajes obtenidos de VISA-P y la prueba provocativa de extensión de rodilla se obtuvo un coeficiente de correlación de  $-0.443$  con una estimación de pendiente de  $-2.65$  ( $P=0.0033$ ). Por unidad de incremento de EVA hubo una reducción de 2.65 puntos en la valoración de VISA-P.

Ambas pruebas demostraron una buena correlación; por lo que a pesar que no existen antecedentes y lógicamente se necesita continuar investigando, se considera que podrían sugerirse como pruebas de screening en el diagnóstico de TR.

Se deben considerar otras lesiones que pueden provocar dolor anterior de rodilla, siendo el más frecuente el síndrome femoropatelar (SFP). El dolor relacionado con la articulación femoropatelar, generalmente se localiza de forma difusa alrededor de la rótula, en comparación al típico dolor localizado en el polo inferior de la TR.

Otros diagnósticos posibles, menos frecuentes, son la patología de la almohadilla grasa (Hoffa); subluxación rotuliana, condropatías o enfermedad de Osgood-Schlatter (Rudavsky y Cook, 2014; Malliaras et al, 2015).

Las dos pruebas provocativas propuestas en este estudio, pueden ser agresivas y provocar dolor tanto en pacientes con TR como con SFP, por lo que no debería considerarse de forma aislada. De acuerdo con Mendonça et al. (2016), la historia clínica del paciente, el examen físico (pudiendo sutilmente emplear la palpación), el empleo del cuestionario VISA-P y el uso de test provocativos de carga, deberían ser consideradas en conjunto en el diagnóstico de TR.

Respecto a los estudios de imagen, sabemos que la correlación entre la estructura (patológica) y el dolor es mala (Cook et al, 1998), no obstante, como ayuda en el diagnóstico, la ecografía ha demostrado ser un método válido y confiable en la evaluación del tendón rotuliano (Khan et al, 2003; Warden et al, 2007; Malliaras y Cook, 2011). En personas activas que realizan deportes frecuentemente, se han reportado cambios estructurales hasta un 59% (McAuliffe et al, 2016), independientemente si son o no sintomáticos, lo que se sugiere, según distintos autores, que se trata de adaptaciones normales de los tendones a la carga (Fredberg y Bolvig, 2002; Kulig et al, 2013). Una de las hipótesis que podrían explicar esto, es la disminución en la síntesis de colágeno y el bajo metabolismo en el paso de los años (Cook et al, 2000). Sin embargo, Malliaras et al. (2010), encontraron una transición entre tendones normales, tendones con aumento de grosor y aquellos que ya presentaban zonas degenerativas (hipoecoicas), sugiriendo que estos cambios representan distintos estadios de la patología. Sprague y Silbernagel (2020), investigaron en sujetos con TR el grado de deterioro estructural del tendón con la relación a los síntomas y déficits de función en miembros inferiores. Estos autores, recientemente encontraron que pacientes con TR unilateral tienen un tendón más engrosado y largo, y con peor función de la extremidad inferior afectada. A pesar que es necesarios más estudios, concluyen que las alteraciones en las propiedades mecánicas del tendón, pueden estar relacionadas con la gravedad de los síntomas y los déficits en la función de las extremidades inferiores.

Distintas teorías se propusieron para explicar la efectividad del ejercicio en TR a nivel clínico, aunque estas aún no han sido esclarecidas. Entre las distintas respuestas esperadas en el tratamiento de TR se han citado la normalización de la estructura del tendón y la vascularización (Koenig et al, 2004; Öhberg et al, 2004). En una revisión sistemática, Drew et al. (2014), demostraron que la mejoría en el dolor y en la función con ejercicios excéntricos no fueron mediadas por cambios en la estructura del tendón. En este contexto, si bien la mejora o la normalización de la estructura del tendón, es un resultado esperado, no es trascendente a nivel clínico y funcional, lo que sugiere que el tendón patológico puede adaptarse en el tiempo y ser capaz de tolerar cargas nuevamente (Drew et al, 2014; Van Ark et al, 2018; Färnqvist et al, 2019). Posiblemente, la carga (ejercicio) produce otros efectos terapéuticos en el tendón, como cambios del grado de rigidez, fuerza funcional, inervación, vascularización o la percepción del dolor del paciente. Al inicio del estudio todos los pacientes presentaron cambios estructurales característicos de tendinopatía como son la presencia de áreas hipoecoicas en la zona proximal, engrosamiento anteroposterior (thickness), alteraciones peritendinosas y presencia de neovascularización y/o calcificaciones. La media del grosor (thickness) del grupo IR y HSRT antes de comenzar el estudio fue  $7.05 \pm 0.97$  mm, similares resultados al trabajo publicado por Kongsgaard et al. (2009) ( $7.63 \pm 0.47$  mm) y Zhang et al. (2014), ( $6.9 \pm 1.8$  mm). Estos últimos autores, en un estudio transversal, encontraron que atletas con dolor en tendón rotuliano, tenían un tendón más rígido y grueso en relación al lado opuesto (no sintomático).

Kongsgaard et al. (2009), encontraron una disminución significativa del grosor (thickness) y disminución de la vascularización del tendón rotuliano en el grupo de tratamiento HSRT (Inicio:  $8.3 \pm 2.2$  mm – final:  $7.1 \pm 1.7$  mm) y en el grupo que recibió corticoides (Inicio:  $7.3 \pm 2$  mm – final:  $6.3 \pm 1.8$  mm), lo que corresponde a una mejora de  $13,9 \pm 9\%$  y  $12 \pm 14\%$  respectivamente. Al igual que Wiesinger et al. (2019) en que comparó los efectos del HSRT en pacientes con TR durante 12 semanas, no encontramos cambios, ni en el grosor, ni en la vascularización luego de las 12 semanas de tratamiento, en ninguno de los grupos (Figura 58 y Figura 59).

La asociación entre la presencia de vasos sanguíneos y áreas de desorganización de la matriz (Cook et al, 2004) ha sido señalada como una posible fuente de dolor, con asociaciones moderadas entre la señal Doppler y la presencia/ubicación del dolor. Sin embargo, no todos los tendones dolorosos tienen aumento de vascularización y viceversa, por lo tanto, los vasos o nervios y receptores no explicarían el dolor en tendinopatías (Cook et al, 2004; Gisslén y Alfredson, 2005). Coincidimos con Järvinen (2020), quien sostiene que la regeneración de tejidos requiere un suministro suficiente de oxígeno y nutrientes, la existencia de neovascularización en tendinopatía debe interpretarse como un signo de hipoxia persistente, como un intento fallido de reparación.

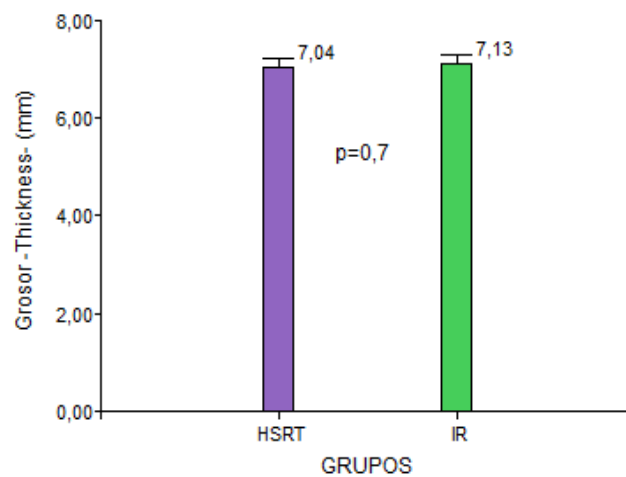


Figura 58: Cada barra representa la media  $\pm$  ES del grosor del tendón afectado al final de ambos tratamientos, sin evidenciar diferencias significativas.

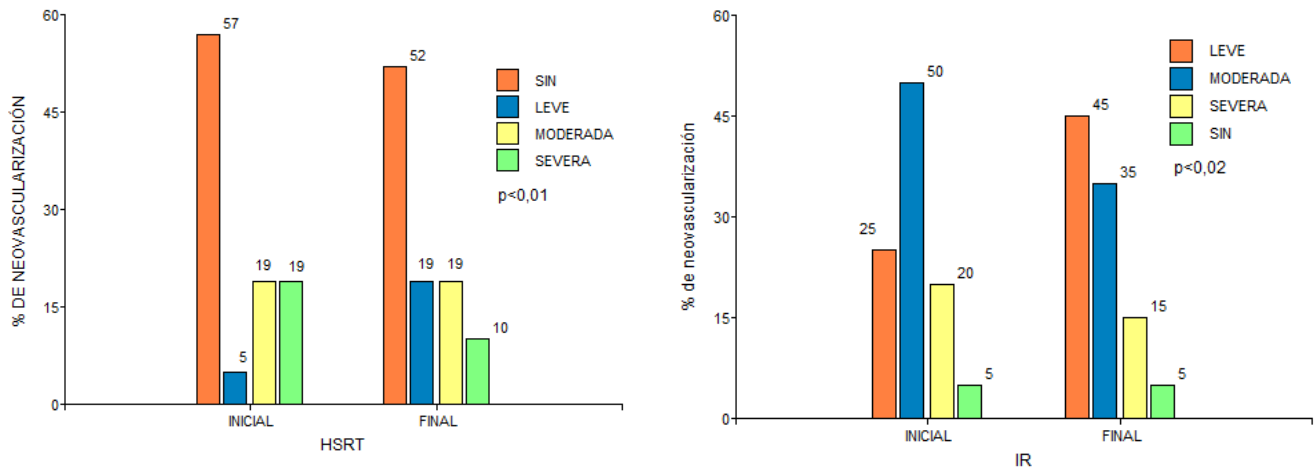


Figura 59: Cada barra representa la media del porcentaje de neovascularización del tendón lesionado al final de ambos tratamientos, a la izquierda HSRT y a la derecha el grupo IR.

Uno de los mayores inconvenientes en rehabilitación es la falta de continuidad por parte de los pacientes a los tratamientos. Distintos estudios han demostrado que los pacientes que tienen adherencia a un programa de tratamiento basado en ejercicios, tienen más posibilidades de conseguir sus objetivos y mejorar la función física (Campbell et al, 2001; Karnad y McLean, 2011).

Desafortunadamente, se ha encontrado una falta de adherencia a programas de ejercicios de 50-65% en pacientes con lesiones musculoesqueléticas (Bassett, 2003). En este sentido, resulta necesario identificar las posibles barreras que generan el incumplimiento de los pacientes y conocer estrategias para reducirlas. Las principales barreras que se han citado en la literatura son: a) El empeoramiento del dolor durante el tratamiento, b) Pacientes que no acostumbraban realizar actividad física regular, c) Autoeficacia, o sea la creencia que el paciente no tendrá éxito en el tratamiento, d) Ansiedad, depresión, falta de apoyo y alianza terapéutica (Jack et al, 2010; Wright et al, 2014).

En nuestro estudio ambos grupos de tratamiento tuvieron una adherencia “excelente”, teniendo en cuenta que los pacientes debían acudir tres veces por semana al establecimiento donde se desarrollaba el estudio y el tiempo que ello



implicaba. Gaida y Cook, (2011), sostienen que el programa de ejercicios excéntricos sobre plano declinado propuesto por Purdam et al. (2004), realizados 2 veces por día, los siete días de la semana, durante doce semanas, insume poco tiempo (15 min diarios aproximadamente) y que el programa HSRT, que se realiza 3 veces por semana (cada sesión: 45´ según el autor) durante 12 semanas tiene la desventaja de requerir equipamiento de gimnasio y tener que desplazarse, lo cual puede ser una desventaja. En nuestra experiencia, no tuvimos inconvenientes con el grado de asistencia en ambos tratamientos.

Creemos que la educación inicial de los pacientes acerca de su problema y del beneficio del tratamiento para su recuperación, además de la motivación y seguimiento casi a diario del investigador principal, fueron los factores que influyeron directamente en la adherencia obtenida. Solamente un participante del grupo IR, abandonó el tratamiento por motivos familiares a las 3 semanas de haber iniciado.

La seguridad del paciente es un principio fundamental en el proceso de rehabilitación. Un evento adverso es cualquier situación que produce daño no intencional relacionado a la intervención, que en nuestro estudio, ambos programas de entrenamiento de fuerza no estaban exentos.

En el estudio no se registraron eventos adversos. Tanto el programa IR como HSRT fueron entrenamientos exigentes, requirieron de esfuerzo y en muchos casos pudiendo ser un impedimento en personas inexperimentadas o con un nivel bajo de entrenamiento, implicando tiempo y equipamiento especial. A pesar de esto, ambos programas de ejercicios se mostraron seguros no habiendo registrado ninguna lesión o complicación, a excepción de cansancio muscular normal luego de la sesión, que no fue considerado como un evento adverso.

Como se esperaba, se encontraron algunas respuestas en las pruebas físicas. La dorsiflexión del tobillo desempeña un papel clave en la capacidad de movimiento del ser humano (Cook et al, 2014). Distintos autores, demostraron que la disminución de la dorsiflexión es un factor de riesgo en TR (Malliaras et al, 2006; Backman y Danielson, 2011), y en otras lesiones en miembro inferior (Rabin et al, 2014; Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2015). Por ejemplo, actividades diarias como

caminar, bajar escaleras o ponerse de cuclillas requiere 10° de dorsiflexión, mientras que correr o acelerar (esprint), requiere entre 20° y 30° (Pink et al, 1994). En el salto, una función clave relacionada a la TR, el tobillo es responsable de absolver un 37% y 50% la energía cinética durante la fase de aterrizaje (Sprague et al, 2018).

Curiosamente, en la evaluación inicial, todos los pacientes presentaron valores en la dorsiflexión de tobillo algo superior a la media de referencia (+10 cm), por lo cual, distinto a lo que sostienen otros autores, creemos que esta variable por sí sola no ha sido un factor de riesgo relevante en nuestro estudio. Los valores iniciales del grupo HSRT (derecha: 13.1 cm / Izquierda: 12.7 cm) e IR (derecha 12.6 cm / Izquierda: 13.3 cm) coinciden a la de otros autores que investigaron la dorsiflexión en sujetos sanos (Izquierdo: 11.9 ± 2.8 cm / derecho: 12.0 ± 2.8 cm (Hoch y McKeon, 2011). Al final del tratamiento ambos grupos mejoraron la dorsiflexión de tobillos de ambas extremidades (Figura 60).

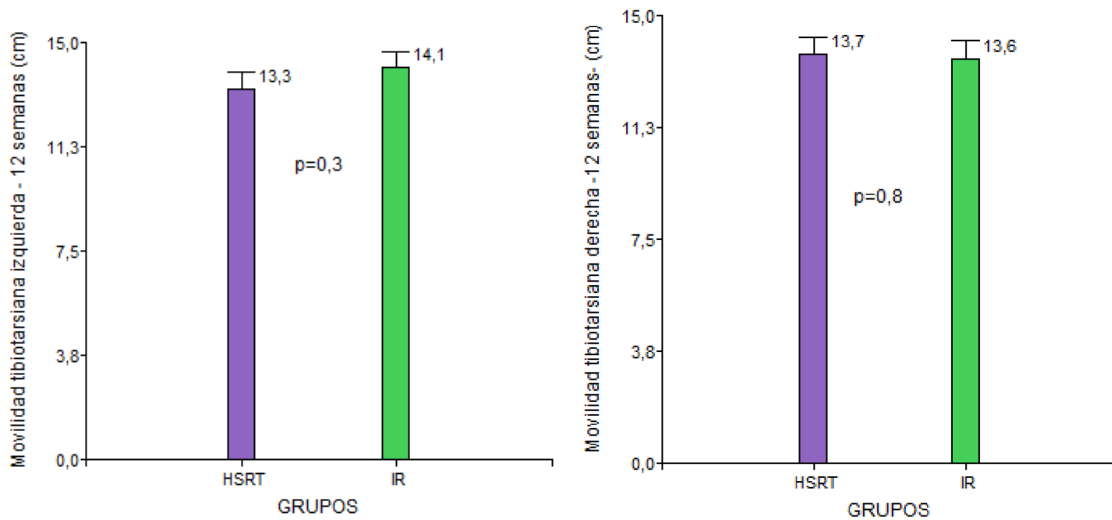


Figura 60: Cada barra representa la media ± ES de la movilidad tibiobarsiana al final de ambos tratamientos, a la izquierda y derecha respectivamente.

Una posible variable a tener en cuenta, aunque no fue evaluada en nuestro estudio, es el rendimiento / fuerza de los flexores plantares, ya que tienen un papel clave en la desaceleración / absorción en el impacto (Fong et al, 2011; Mason-Mackay et al, 2017). Bisseling et al. (2007), evaluó el tipo aterrizaje en jugadores de vóley sanos, jugadores con TR reciente y jugadores con antecedente de TR. Los resultados fueron que el grupo con TR reciente utilizaban una estrategia de aterrizaje (mayor transferencia en cadera) diferente al control (sanos), y los jugadores con antecedentes tenían una estrategia de aterrizaje en rodilla rígida (stiff), para evitar una carga mayor en el tendón rotuliano. Respecto a esta modificación en el salto, Van der Worp et al. (2014), en una revisión sistemática, identificó que un aterrizaje rígido es un potencial factor de riesgo en TR, por lo que creemos imprescindible en alguna etapa de la rehabilitación considerar la reeducación de esta capacidad.

No encontramos en la literatura suficientes antecedentes acerca de la capacidad de salto en pacientes con TR antes y después de haber efectuado algún tratamiento. En nuestro estudio, ambos grupos mejoraron la altura en el salto vertical con contramovimiento (CMJ) y triple salto (Figura 61), pero estas diferencias no fueron significativas.

El grupo IR fue ligeramente superior al HSRT en CMJ, coincidiendo con Romero-Rodríguez et al. (2011) y en el triple hop al igual que Frohm et al. (2007), en su estudio. Nuestros resultados en el CMJ coinciden con los de Frohm et al. (2007), en el cual comparó los ejercicios excéntricos tradicionales (Purdam et al, 2004) vs excéntricos en el dispositivo Bromsman (máquina Smith asistida por motor). Sin embargo, en el triple hop, nuestros resultados fueron inferiores, esto posiblemente se deba a que en nuestro estudio no se permitió a los pacientes el uso de los brazos durante la prueba (Hara et al, 2008; Blache y Monteil, 2013).

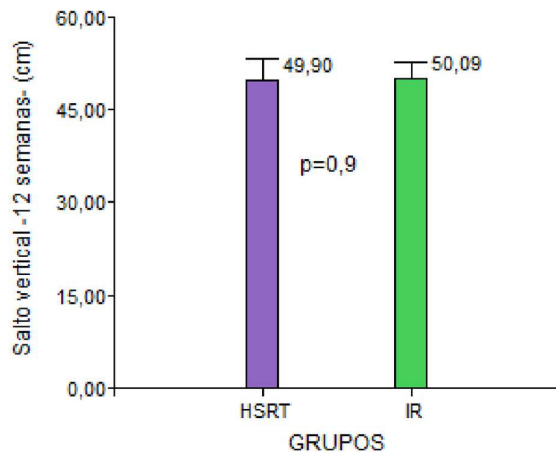


Figura 61: Cada barra representa la media  $\pm$  ES del salto vertical al final de ambos tratamientos, sin existir diferencias significativas.

Dentro de los factores de riesgo en lesiones del miembro inferior, se destacan los desequilibrios neuromusculares entre pierna dominante y no dominante (Fort-Vanmeerhaeghe et al, 2016). El triple hop es un test validado y fiable para detectar déficit de fuerza y potencia de las extremidades inferiores (Hamilton et al, 2008; Reiman y Manske, 2010). Respecto a esto (Figura 62), no encontramos asimetrías en el triple salto en ninguno de los dos grupos de intervención.

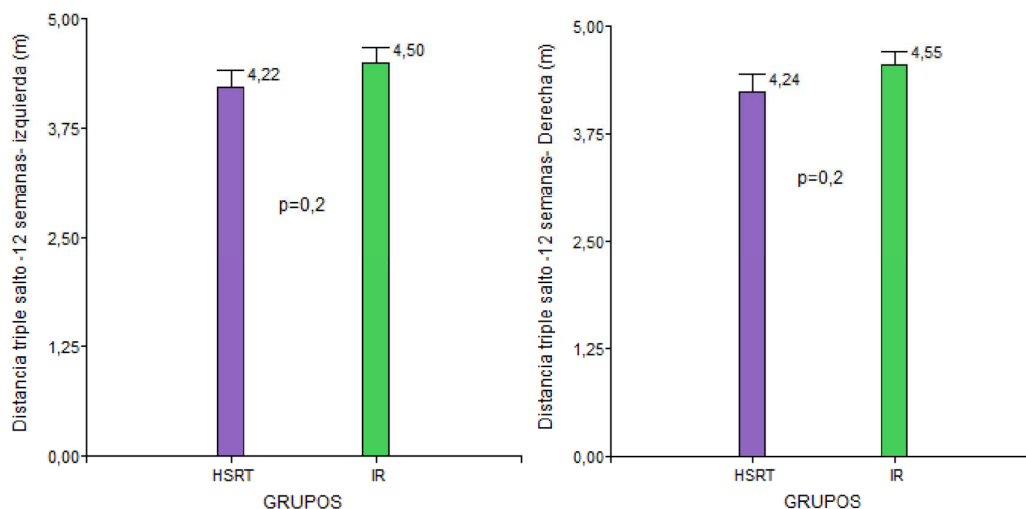


Figura 62: Cada barra representa la media  $\pm$  ES de la distancia triple salto al final de ambos tratamientos, a la izquierda y derecha respectivamente.

Respecto a los valores de fuerza, no encontramos déficit importante de fuerza en ninguno de los grupos al inicio del estudio. Coincidimos con Heales et al. (2014), ya que en su revisión sistemática, concluyen que no existe asociación convincente entre el déficit de fuerza y la presencia de tendinopatía rotuliana. Al final del tratamiento ambos grupos mejoraron los niveles de fuerza (Figura XX), no encontrándose diferencias significativas entre ellos. El perfil de fuerza de cuádriceps en sujetos con TR sigue sin estar claro. Algunos autores como Gaida et al. (2004), encontraron en jugadoras de básquet con TR, disminución de la fuerza excéntrica del cuádriceps de la pierna afectada, no observándose atrofia ni disminución en la fuerza concéntrica cuando se comparó con el grupo control (asintomático). Sprague et al. (2018), en una revisión sistemática reciente, en la cual analizó factores de riesgo modificables en atletas con TR, no encontró asociación entre el momento de fuerza en extensión de rodilla y TR. Además, en un estudio transversal de evidencia moderada a limitada, se identificó que la alteración en la excitabilidad corticoespinal del cuádriceps y disminución de la resistencia a la fatiga de extensión de rodilla, pueden ser factores de riesgos modificables. Esto sugeriría que el rendimiento muscular del cuádriceps puede verse alterado en personas con TR, pero esta alteración no se ve reflejada en el nivel de fuerza.

Algo a destacar es que la relación entre la capacidad de salto y mayor fuerza del aparato extensor (Figura 63 y 64) ha sido descrita como un factor de riesgo predisponente, especialmente en deportes como vóley y básquet (Lian et al, 1996; Visnes y Bahr, 2013). Es posible considerar que las asimetrías en fuerza encontradas en nuestro estudio, se deban al dolor e inhibición que produce la lesión en el transcurso del tiempo de evolución.

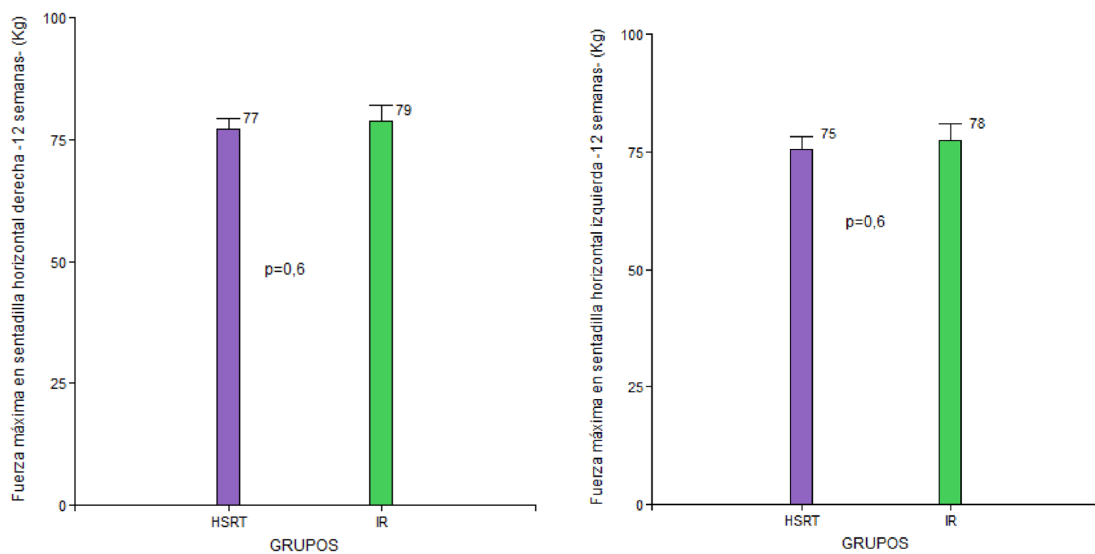


Figura 63: Cada barra representa la media  $\pm$  ES de la fuerza máxima en sentadilla horizontal derecha (a la izquierda) e izquierda (a la derecha) al final de ambos tratamientos.

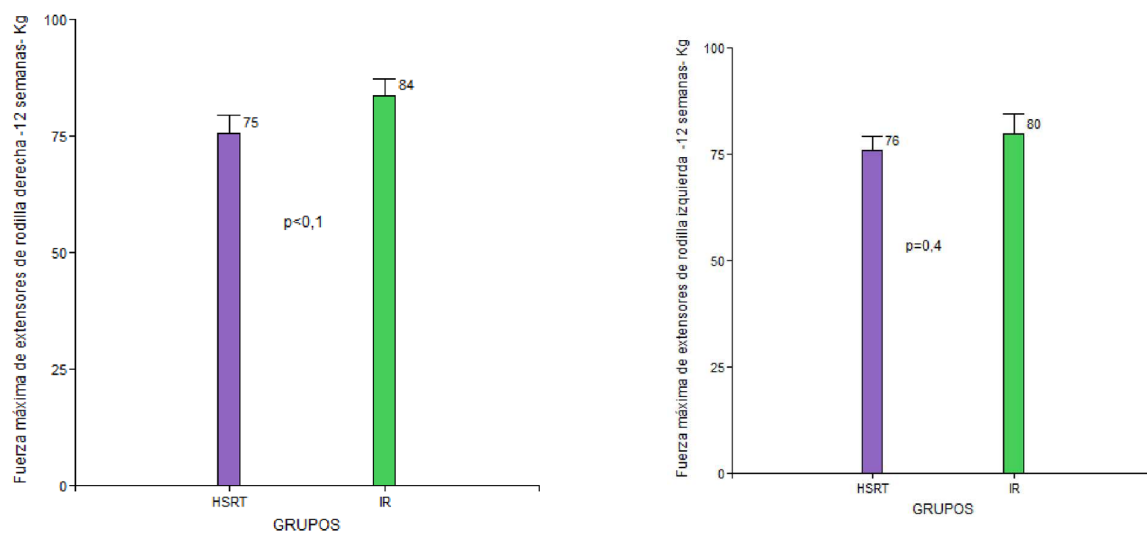


Figura 64: Cada barra representa la media  $\pm$  ES de la fuerza máxima de extensores de rodilla derecha (a la izquierda) e izquierda (a la derecha) al final de ambos tratamientos.

## Fortalezas

En la actualidad no se ha establecido un consenso sobre la carga óptima para el manejo de la tendinopatía rotuliana. Posiblemente, la ausencia de criterio se debe principalmente a la falta de ensayos clínicos controlados y aleatorizados que comparen distintas intervenciones basadas en ejercicios, ya que la mayoría de los estudios combinan otras modalidades como electroterapia, infiltraciones, masajes y/o vendajes. Además, los estudios disponibles en la literatura están enfocados principalmente al dolor y las principales medidas de resultados no contemplan otras variables que resultan trascendentes en la recuperación integral del paciente. Creemos que este trabajo ofrece nuevos hallazgos que probablemente ayuden en la práctica kinésica e influyan en futuras investigaciones sobre la rehabilitación de esta lesión.

De acuerdo a resultados obtenidos, el programa IR obtuvo buenos resultados en la mejora del dolor y la función, además de aumentar los valores de fuerza y capacidad de salto en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica.

El diseño del estudio controlado y aleatorizado, con un tamaño de la muestra relativamente importante y el uso de diversos cuestionarios y test funcionales como medidas de resultados aumenta el valor del trabajo.

El programa IR demostró ser seguro y tiempo-efectivo (30' aproximadamente de trabajo neuromuscular) comparando al control (45'), pudiendo ser una alternativa en la rehabilitación en TR.

El uso de automonitoreo en el control de los síntomas, en que permitió a ambos grupos continuar practicando deporte o entrenando en el periodo de rehabilitación.

Aunque no tenemos claro los motivos de la alta adherencia de ambos grupos en nuestro estudio, intuimos que distintos factores podrían estar implicados. Dentro de ellos, la mejora de los síntomas a corto plazo durante las actividades diarias, el hecho que los pacientes habitualmente realizaban actividad física o deportes de

forma regular, el contexto social que brindaba el establecimiento (gimnasio) donde se desarrolló el estudio, han sido factores que generaron gran aceptación y participación de los pacientes.

### Limitaciones

El sesgo de rendimiento y detección fue minimizado porque comparamos dos intervenciones que han demostrado ser eficaces en estudios anteriores (cohorte única o aleatorizada). A pesar que los pacientes que participaron en el estudio conocían el tratamiento de intervención debido a que el consentimiento informado lo relataba, se destacó a nivel verbal la incertidumbre sobre la eficacia de ambos programas.

Una de las principales limitaciones de este estudio fue que todos los cuestionarios y evaluaciones fueron realizadas por el investigador principal, exceptuando los test de fuerza y la ecografía, que fueron realizadas por evaluadores cegados ajenos a la investigación (kinesiólogo asistente y medico radiólogo).

La falta de progresión en la dosificación de las cargas (inercias) del programa inercial en comparación al programa HSRT. Kongsgaard et al. (2009) proponen un enfoque de sobrecarga gradual y progresivo al igual que otros autores (Malliaras et al, 2015; Mascaró et al, 2018), comenzando al 60% aproximadamente hasta llegar al 85% de una RM en el transcurso del tratamiento. En nuestro programa, la elección de la carga inicial (inercia) fue en base a los trabajo publicados por Sabido et al. (2017), en el cual demostró que cargas medias – altas son más apropiadas para lograr mayores niveles de sobrecarga excéntrica.

Antes de comenzar el estudio, una de las dificultades que tuvimos en el diseño del programa IR, fue conocer si el potente reflejo de estiramiento que se produce en la transición excéntrica-concéntrica durante la ejecución de los ejercicios produciría molestias excesivas en los pacientes. Esto fue considerado, teniendo en cuenta que actividades como correr o saltar frecuentemente son provocativas y se caracterizan por una acción excéntrica de corta duración que inicia el ciclo de



estiramiento-acortamiento (SSC), en el caso del ejercicio en dispositivos inerciales, la acción excéntrica es prolongada con un breve pero alto momento del ciclo estiramiento acortamiento (Wilson y Flanagan, 2008; Martínez-Aranda y Fernández-Gonzalo, 2017). Por lo tanto, la progresión fue realizada una única vez a las seis semanas, pasando de un momento de inercia de  $0.05 \text{ kg m}^2$  a  $0.10 \text{ kg m}^2$ . Igualmente, creemos que deberíamos haber progresado cada 4 semanas las inercias hasta llegar a  $0.14 \text{ kg m}^2$  como han utilizado distintos autores en población sana.

De acuerdo a Tous-Fajardo et al. (2006) y Sabido et al. (2018) el grupo inercial necesitó entre dos y tres sesiones de familiarización para un correcto control y ejecución técnica de los ejercicios en el entrenamiento.

A pesar que hubo una importante adherencia, el tiempo y la necesidad de equipamiento especial puede ser una limitación, por lo que debería considerarse en trabajos a futuro.

A diferencia del equipamiento tradicional basado en carga constante, los equipos inerciales ofrecen resistencia variable e ilimitada tanto en la acción muscular concéntrica como excéntrica, por lo que resulta difícil medir la carga sin un encoder.

### Sugerencias

Una sugerencia para futuras investigaciones es investigar un programa de ejercicios inerciales que incluya más progresiones en la carga, a lo largo del tratamiento.

El uso de encoder en la evaluación inicial para conocer los niveles de esfuerzo y trabajo realizado con el objetivo de cuantificar la carga de trabajo y poder comparar el progreso al final del tratamiento.

Además, otra posibilidad sería combinar ambas intervenciones, HSR en etapas iniciales (primeras 6 semanas), en lo cual pacientes desentrenados puedan generar

adaptaciones básicas en el entrenamiento de fuerza y luego IR (6 semanas restantes). A la vez incluir otros recursos en el entrenamiento como ejercicios unilaterales y pliométricos podrían contribuir a una recuperación más integral.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que un programa de entrenamiento con resistencia inercial es eficaz y seguro, disminuyendo el dolor y mejorando la función en pacientes con TR crónica.

Entrenamientos con sobrecarga excéntrica durante 12 semanas utilizando dispositivos inerciales, que involucre acciones concéntricas máximas, producen aumentos en la fuerza y potencia muscular, además de mejoras en capacidades funcionales como el salto vertical y triple salto.

Los datos demográficos y características antropométricas de la muestra coinciden con la evidencia descrita en la literatura.

El diagnóstico de la TR es clínico y los hallazgos específicos de la ecografía no deberían utilizarse para evaluar los síntomas del paciente, ni el grado de disfunción de la lesión.

Las propiedades estructurales y las dimensiones del tendón rotuliano evaluadas mediante ecografía, no mostraron cambios luego de 12 semanas de entrenamiento con resistencia inercial en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica, a pesar de las mejoras importante en los síntomas y la función.

La relación del puntaje obtenido del cuestionario VISA-P y los test provocativos de carga utilizados en diagnóstico clínico demostró buena correlación; por lo que, a pesar que faltan más estudios, podría recomendarse como pruebas de screening en el diagnóstico de tendinopatía rotuliana crónica.

## BIBLIOGRAFÍA

Abate M, Gravare Silbernagel K, Siljeholm C, et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Res Ther.* 2009;11(3):235.

Abate M, Schiavone C, Salini V. High prevalence of patellar and Achilles tendinopathies in futsal athletes. *J Sport Sci Med.* 2012;11(1):180-181.

Abbott JH, Schmitt J. Minimum important differences for the patient-specific functional scale, 4 region-specific outcome measures, and the numeric pain rating scale. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(8):560-564.

Alexander RM. Energy-saving mechanisms in walking and running. *J Exp Biol.* 1991;160:55-69.

Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: Research on basic biology and treatment. In: *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.* Vol 15. ; 2005:252-259.

Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Lorentzon R. In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in Jumper's knee. *J Orthop Res.* 2001;19(5):881-886.

Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Tendon Pain: No Signs of Chemical Inflammation but High Concentrations of the Neurotransmitter Glutamate. Implications for Treatment? *Curr Drug Targets.* 2005;3(1).

Alfredson H, Öhberg L. Neovascularisation in chronic painful patellar tendinosis - Promising results after sclerosing neovessels outside the tendon challenge the need for surgery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2005;13(2):74-80.

Alfredson H, Öhberg L, Forsgren S. Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2003;11(5):334-338.

Alkner BA, Berg HE, Kozlovskaya I, Sayenko D, Tesch PA. Effects of strength training, using a gravity-independent exercise system performed during 110 days of simulated space station confinement. *Eur J Appl Physiol.* 2003;90(1-2):44-49.

Andres BM, Murrell GAC. Treatment of tendinopathy: What works, what does not, and what is on the horizon. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research.* Vol 466. ; 2008:1539-1554.

Andrikoula S, Tokis A, Vasiliadis HS, Georgoulis A. The extensor mechanism of the knee joint: An anatomical study. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2006;14(3):214-220.

Archambault JM, Wiley JP, Bray RC. Exercise Loading of Tendons and the Development of Overuse Injuries: A Review of Current Literature. *Sport Med.* 1995;20(2):77-89.

Arnoczky SP. Human Tendons. Anatomy, Physiology, and Pathology. *J Bone Jt Surgery-American Vol.* 1999;81(1):148.

Arnoczky SP, Lavagnino M, Egerbacher M. The mechanobiological aetiopathogenesis of tendinopathy: Is it the over-stimulation or the under-stimulation of tendon cells? *Int J Exp Pathol.* 2007;88(4):217-226.

Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sport.* 2003;13(4):244-250.

Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: A 1-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2011;39(12):2626-2633.

Badia X, Roset M, Montserrat S, Herdman M, Segura A. [The Spanish version of EuroQol: a description and its applications. European Quality of Life scale]. *Med Clin (Barc)*. 1999;112 Suppl 1:79-85.

Badia X, Carné X. *La Evaluación de La Calidad de Vida En El Contexto Del Ensayo Clínico*. Vol 110.; 1998.

Bahr R, Fossan B, Løken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (jumper's knee): A randomized, controlled trial. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2006;88(8):1689-1698.

Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. Validity and reliability of an iPhone app to measure vertical jump height. In: *Cultura, Ciencia y Deporte*. Vol 9. ; 2014.

Bassett S. The assessment of patient adherence to physiotherapy rehabilitation. *New Zeal J Physiother*. 2003;31(2):60-66.

Beinart NA, Goodchild CE, Weinman JA, Ayis S, Godfrey EL. Individual and intervention-related factors associated with adherence to home exercise in chronic low back pain: A systematic review. *Spine J*. 2013;13(12):1940-1950.

Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle Strength and Flexibility Characteristics of People Displaying Excessive Medial Knee Displacement. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1323-1328.

Benjamin M, Kaiser E, Milz S. Structure-function relationships in tendons: A review. *J Anat*. 2008;212(3):211-228.

Benjamin M, Ralphs JR. Tendons and ligaments--an overview. *Histol Histopathol*. 1997;12(4):1135-1144.

Berg HE, Tesch PA. A gravity-independent ergometer to be used for resistance training in space. *Aviat Sp Environ Med*. 1994;65(8):752-756.

Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *Br J Sports Med*. 2007;41(7).

Blache Y, Monteil K. Effect of arm swing on effective energy during vertical jumping: Experimental and simulation study. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(2).

Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ. Jumper's knee. *Orthop Clin North Am*. 1973.

Boesen MI, Koenig MJ, Torp-Pedersen S, Bliddal H, Langberg H. Tendinopathy and Doppler activity: The vascular response of the achilles tendon to exercise. *Scand J Med Sci Sport*. 2006;16(6):463-469.

Bohm S, Mersmann F, Arampatzis A. Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. *Sport Med - Open*. 2015;1(1).

Bojsen-Møller J, Peter Magnusson S. Mechanical properties, physiological behavior, and function of aponeurosis and tendon. *J Appl Physiol*. 2019;126(6):1800-1807.

Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(5):783-790.

Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007;10(5):311-319.

Calatayud J, Martin F, Gargallo P, García-Redondo J, Colado JC, Marín PJ. The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(2):197-202.

Callaghan MJ. A physiotherapy perspective of musculoskeletal imaging in sport. *Br J Radiol*. 2012;85(1016):1194-1197.

Calmbach WL, Hutchens M. Evaluation of patients presenting with knee pain: Part II. Differential diagnosis. *Am Fam Physician*. 2003;68(5):917-922.

Campbell R, Evans M, Tucker M, Quilty B, Dieppe P, Donovan JL. Why don't patients do their exercises? Understanding non-compliance with physiotherapy in patients with osteoarthritis of the knee. *J Epidemiol Community Health*. 2001;55(2):132-138.

Campbell RSD, Grainger AJ. Current concepts in imaging of tendinopathy. *Clin Radiol*. 2001;56(4):253-267.

Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2019;33(1):122-140.

Caruso JF, Hernandez DA, Saito K, Cho M, Nelson NM. Inclusion of eccentric actions on net caloric cost resulting from isoinertial resistance exercise. *J Strength Cond Res*. 2003;17(3):549-555.

Cassel M, Intziagianni K, Risch L, Müller S, Engel T, Mayer F. Physiological tendon thickness adaptation in adolescent elite athletes: A longitudinal study. *Front Physiol*. 2017;8(OCT).

Chisholm MD, Birmingham TB, Brown J, MacDermid J, Chesworth BM. Reliability and validity of a weight-bearing measure of ankle dorsiflexion range of motion. *Physiother Canada*. 2012;64(4):347-355.

Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(4):549-563.

Cook JL. Rehabilitation of Tendinopathy: Where To From Here? *Br J Sports Med*. 2013;47(9):e2.11-e2.

Cook JL, Purdam CR. The challenge of managing tendinopathy in competing athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(7):506-9.



Cook JL, Docking SI. Rehabilitation will increase the “capacity” of your -insert musculoskeletal tissue here. Defining “tissue capacity”: A core concept for clinicians. *Br J Sports Med.* 2015;49(23):1484-1485.

Cook JL, Feller JA, Bonar SF, Khan KM. Abnormal tenocyte morphology is more prevalent than collagen disruption in asymptomatic athletes' patellar tendons. *J Orthop Res.* 2004;22(2):334-338.

Cook JL, Khan KM. What is the most appropriate treatment for patellar tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2001;35(5):291-294.

Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Reproducibility and clinical utility of tendon palpation to detect patellar tendinopathy in young basketball players. *Br J Sports Med.* 2001;35(1):65-69.

Cook JL, Kiss ZS, Khan KM, Purdam CR, Webster KE. Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: A cross-sectional study. *Br J Sports Med.* 2004;38(2):206-209.

Cook JL, Purdam C. Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2012;46(3):163-168.

Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009;43(6):409-416.

Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Coleman BD, Griffiths L. Asymptomatic hypoechoic regions on patellar tendon ultrasound: A 4-year clinical and ultrasound followup of 46 tendons. *Scand J Med Sci Sport.* 2001;11(6):321-327.

Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Griffiths L. Patellar tendinopathy in junior basketball players: A controlled clinical and ultrasonographic study of 268 patellar tendons in players aged 14-18 years. *Scand J Med Sci Sport.* 2000;10(4):216-220.

Cook JL, Khan KM, Harcourt PR, et al. Patellar tendon ultrasonography in asymptomatic active athletes reveals hypoechoic regions: A study of 320 tendons. *Clin J Sport Med*. 1998;8(2):73-77.

Cook JL, Khan KM, Purdam CR. Conservative treatment of patellar tendinopathy. *Phys Ther Sport*. 2001;2(2):54-65.

Cook JL, Malliaras P, De Luca J, Ptasznik R, Morris ME, Goldie P. Neovascularization and pain in abnormal patellar tendons of active jumping athletes. *Clin J Sport Med*. 2004;14(5):296-299.

Coombes BK, Wiebusch M, Heales L, Stephenson A, Vicenzino B. Isometric Exercise above but not below an Individual's Pain Threshold Influences Pain Perception in People with Lateral Epicondylalgia. *Clin J Pain*. 2016;32(12):1069-1075.

Crossley KM, Thancanamootoo K, Metcalf BR, Cook JL, Purdam CR, Warden SJ. Clinical features of patellar tendinopathy and their implications for rehabilitation. *J Orthop Res*. 2007;25(9):1164-1175.

Cummings K, Skinner L, Cushman DM. Patellar Tendinopathy in Athletes. *Curr Phys Med Rehabil Reports*. 2019;7(3):227-236.

D'Addona A, Maffulli N, Formisano S, Rosa D. Inflammation in tendinopathy. *Surgeon*. 2017;15(5):297-302.

Daley LJ. Sports Injuries: Their Prevention and Treatment 3rd Edn; Lars Peterson and Per Renstrom; Martin Dunitz Ltd, London, 2001; ISBN: 1-85317-119-0, pp. 534, £29.95. *Phys Ther Sport*. 2001;2(3):157.

Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Distribution of general (PGP 9.5) and sensory (substance P/CGRP) innervations in the human patellar tendon. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2006;14(2):125-132.

De Hoyo M, Pozzo M, Sañudo B, et al. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(1):46-52.

de Vries AJ, van der Worp H, Diercks RL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sport*. 2015;25(5):678-684.

De Vries AJ, Koolhaas W, Zwerver J, et al. The impact of patellar tendinopathy on sports and work performance in active athletes. *Res Sport Med*. 2017;25(3):253-265.

DeFrate LE, Nha KW, Papannagari R, Moses JM, Gill TJ, Li G. The biomechanical function of the patellar tendon during in-vivo weight-bearing flexion. *J Biomech*. 2007;40(8):1716-1722.

Deyle GD. Musculoskeletal imaging in physical therapist practice. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(11):708-721.

Dillon EM, Erasmus PJ, Müller JH, Scheffer C, De Villiers RVP. Differential forces within the proximal patellar tendon as an explanation for the characteristic lesion of patellar tendinopathy: An in vivo descriptive experimental study. *Am J Sports Med*. 2008;36(11):2119-2127.

Docheva D, Müller SA, Majewski M, Evans CH. Biologics for tendon repair. *Adv Drug Deliv Rev*. 2015;84:222-239.

Docking SI, Daffy J, van Schie HTM, Cook JL. Tendon structure changes after maximal exercise in the Thoroughbred horse: Use of ultrasound tissue characterisation to detect in vivo tendon response. *Vet J*. 2012;194(3):338-342.

Docking SI, Cook J. How do tendons adapt? Going beyond tissue responses to understand positive adaptation and pathology development: A narrative review. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2019;19(3):300-310.

Dohoney P, Chromiak JA, Lemire D, Abadie BR, Kovacs C. Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *J Exerc Physiol Online*. 2002;5(3):54-59.

Dos Santos Franco YR, Miyamoto GC, Franco KFM, De Oliveira RR, Cabral CMN. Exercise therapy in the treatment of tendinopathies of the lower limbs: A protocol of a systematic review. *Syst Rev*. 2019;8(1).

Dragoo JL, Wasterlain AS, Braun HJ, Nead KT. Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy: A double-blind, randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2014;42(3):610-618.

Drew BT, Smith TO, Littlewood C, Sturrock B. Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2014;48(12):966-972.

Dworkin RH, Turk DC, Farrar JT, et al. Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain*. 2005;113(1-2):9-19.

Edwards S, Steele JR, McGhee DE, Beattie S, Purdam C, Cook JL. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(11):2072-2080.

Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol*. 1996;81(6):2339-2346.

Escrive-Escuder A, Casaña J, Cuesta-Vargas AI. Progression criteria in loading exercise programmes in lower limb tendinopathy: A protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(12).

Everhart JS, Cole D, Sojka JH, et al. Treatment Options for Patellar Tendinopathy: A Systematic Review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg*. 2017;33(4):861-872.

Färnqvist K, Pearson S, Malliaras P. Adaptation of Tendon Structure and Function in Tendinopathy With Exercise and Its Relationship to Clinical Outcome. *J Sport Rehabil.* 2019;29(1):107-115.

Farthing JP, Chilibeck PD. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):578-586.

Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. In: *Behavior Research Methods.* Vol 39. ; 2007:175-191.

Fenwick SA, Hazleman BL, Riley GP. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Res.* 2002;4(4):252-260.

Fernandez-Gonzalo R, Fernandez-Gonzalo S, Turon M, Prieto C, Tesch PA, García-Carreira MDC. Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: A pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2016;13(1).

Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR, Alvarez-Alvarez L, De Paz JA. Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(5):1075-1084.

Fernandez-Gonzalo R, Nissemark C, Åslund B, Tesch PA, Sojka P. Chronic stroke patients show early and robust improvements in muscle and functional performance in response to eccentric-overload flywheel resistance training: A pilot study. *J Neuroeng Rehabil.* 2014;11(1).

Ferretti A. Epidemiology of Jumper's Knee. *Sport Med An Int J Appl Med Sci Sport Exerc.* 1986;3(4):289-295.

Finni T, Komi P V., Lepola V. In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat jump and counter movement jump. *Eur J Appl Physiol.* 2000;83(4-5):416-426.

Fleming BC, Beynnon BD. In vivo measurement of ligament/tendon strains and forces: A review. *Ann Biomed Eng.* 2004;32(3):318-328.

Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. Incidence of tendinopathy in team sports in a multidisciplinary sports club over 8 seasons. *J Sport Sci Med.* 2019;18(4):780-788.

Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46(1):5-10.

Fort-Vanmeerhaeghe A, Gual G, Romero-Rodriguez D, Unnitha V. Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *J Hum Kinet.* 2016;50(1):135-143.

Fouda MB, Thankam FG, Dilisio MF, Agrawal DK. Alterations in tendon microenvironment in response to mechanical load: Potential molecular targets for treatment strategies. *Am J Transl Res.* 2017;9(10):4341-4360.

Fredberg U, Bolvig L. Jumper's knee. Review of the literature. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9(2):66-73.

Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT, Stengaard-Pedersen K. Ultrasonography in evaluation of Achilles and patella tendon thickness. *Ultraschall der Medizin.* 2008;29(1):60-65.

Fredberg U, Bolvig L. Significance of ultrasonographically detected asymptomatic tendinosis in the patellar and Achilles tendons of elite soccer players: A longitudinal study. *Am J Sports Med.* 2002;30(4):488-491.

Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: The Danish super league study. *Am J Sports Med.* 2008;36(3):451-460.

Frohm A, Saartok T, Halvorsen K, Renström P. Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med.* 2007;41(7).

Fu SC, Rolf C, Cheuk YC, Lui PPY, Chan KM. Deciphering the pathogenesis of tendinopathy: A three-stages process. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2010;2(1).

Gaida JE, Cook JL, Bass SL, Austen S, Kiss ZS. Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? *Br J Sports Med*. 2004;38(5):581-585.

Gaida JE, Cook J. Treatment options for patellar tendinopathy: Critical review. *Curr Sports Med Rep*. 2011;10(5):255-270.

Gisslén K, Alfredson H. Neovascularisation and pain in jumper's knee: A prospective clinical and sonographic study in elite junior volleyball players. *Br J Sports Med*. 2005;39(7):423-427. doi:10.1136/bjism.2004.013342

Goldfarb AH. Exercise physiology: Human bioenergetics and its application. *Quest*. 1985;37(2):215-216.

Gravare Silbernagel K, Thomee R, Thomee P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain - a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sport*. 2001;11(4):197-206.

Gravare Silbernagel K, Vicenzino BT, Rathleff MS, Thorborg K. Isometric exercise for acute pain relief: Is it relevant in tendinopathy management? *Br J Sports Med*. 2019;53(21):1330-1331.

Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Tesch PA. Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *J Strength Cond Res*. 2016;30(7):1834-1842.

Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Tesch PA. Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *J Strength Cond Res*. 2016;30(7):1834-1842.

Hägglund M, Zwerver J, Ekstrand J. Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *Am J Sports Med.* 2011;39(9):1906-1911.

Hall R, Foss KB, Hewett TE, Myer GD. Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *J Sport Rehabil.* 2015;24(1):31-35.

Hamilton B, Purdam C. Patellar tendinosis as an adaptive process: A new hypothesis. *Br J Sports Med.* 2004;38(6):758-761.

Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *J Athl Train.* 2008;43(2):144-151.

Hara M, Shibayama A, Takeshita D, Hay DC, Fukashiro S. A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Hum Mov Sci.* 2008;27(4):636-648.

Heales LJ, Lim ECW, Hodges PW, Vicenzino B. Sensory and motor deficits exist on the non-injured side of patients with unilateral tendon pain and disability - Implications for central nervous system involvement: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(19):1400-1406.

Heinemeier KM, Kjaer M. In vivo investigation of tendon responses to mechanical loading. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions.* 2011;11(2):115-123.

Helland C, Bojsen-Møller J, Raastad T, et al. Mechanical properties of the patellar tendon in elite volleyball players with and without patellar tendinopathy. In: *British Journal of Sports Medicine.* Vol 47. ; 2013:862-868.

Herdman M, Badia X, Berra S. EuroQol-5D: a simple alternative for measuring health-related quality of life in primary care. *Aten Primaria.* 2001;28(6):425-430.

Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Responsiveness of the VISA-P scale for patellar tendinopathy in athletes. *Br J Sports Med.* 2014;48(6):453-457.



Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Spanish population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(8):581-591.

Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther.* 2011;16(5):516-519.

Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric muscle contractions: Risks and benefits. *Front Physiol.* 2019;10(MAY).

Holden S, Lyng K, Graven-Nielsen T, et al. Isometric exercise and pain in patellar tendinopathy: A randomized crossover trial. *J Sci Med Sport.* 2020;23(3):208-214.

Hortobágyi T, Devita P, Money J, Barrier J. Effects of standard and eccentric overload strength training in young women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(7):1206-1212.

Husseini JS, Chang CY, Palmer WE. Imaging of Tendons of the Knee: Much More than just the Extensor Mechanism. *J Knee Surg.* 2018;31(2):141-154.

Jack K, McLean SM, Moffett JK, Gardiner E. Barriers to treatment adherence in physiotherapy outpatient clinics: A systematic review. *Man Ther.* 2010;15(3):220-228.

Janssen I, Steele JR, Munro BJ, Brown NAT. Sex differences in neuromuscular recruitment are not related to patellar tendon load. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(7):1410-1416.

Järvinen TAH. Neovascularisation in tendinopathy: from eradication to stabilisation? *Br J Sports Med.* 2020;54(1):1-2.

JAVA. Declaration of Helsinki World Medical Association Declaration of Helsinki. *Bull world Heal Organ.* 2013.

Johnson BL, Adamczyk JW, Tennøe KO, Strømme SB. A comparison of concentric and eccentric muscle training. *Med Sci Sports Exerc.* 1976;8(1):35-38.

Johnson GA, Tramaglini DM, Levine RE, Ohno K, Choi N -Y, L-Y. Woo S. Tensile and viscoelastic properties of human patellar tendon. *J Orthop Res*. 1994;12(6):796-803.

Jomaa G, Kwan CK, Fu SC, et al. A systematic review of inflammatory cells and markers in human tendinopathy. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1). doi:10.1186/s12891-020-3094-y

Jones C, Allen T, Talbot J, Morgan DL, Proske U. Changes in the mechanical properties of human and amphibian muscle after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;76(1):21-31.

Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: A prospective randomised study. *Br J Sports Med*. 2005;39(11):847-850.

Kabiri L, Tapley H, Tapley S. Evaluation and conservative treatment for Osgood-Schlatter disease: A critical review of the literature. *Int J Ther Rehabil*. 2014;21(2):91-96.

Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon: A controlled study of 891 patients. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 1991;73(10):1507-1525.

Kannus P, Józsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;7(2):67-71.

Karnad P, McLean S. Physiotherapists' perceptions of patient adherence to home exercises in chronic musculoskeletal rehabilitation. *Int J Physiother Rehabil*. 2011;1(2):14-29.

Kaux JF, Forthomme B, Goff CL, Crielaard JM, Croisier JL. Current opinions on tendinopathy. *J Sports Sci Med*. 2011;10(2):238–253.

Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes: A prospective follow-up study. *Am J Sports Med.* 2002;30(5):689-692.

Khan KM. Patellar tendinopathy: Some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med.* 1998.

Khan KM, Cook JL, Kannus P, Maffulli N, Bonar SF. Time to abandon the "tendinitis" myth. *Br Med J.* 2002;324(7338):626-627.

Khan KM, Cook JL, Maffulli N, Kannus P. Where is the pain coming from in tendinopathy? It may be biochemical, not only structural, in origin. *Br J Sports Med.* 2000;34(2):81-83.

Khan KM, Forster BB, Robinson J, et al. Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br J Sports Med.* 2003;37(2):149-153.

Khan KM, Scott A. Mechanotherapy: How physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *Br J Sports Med.* 2009.

Khan KM, Bonar F, Desmond PM, et al. Patellar tendinosis (jumper's knee): Findings at histopathologic examination, US, and MR imaging. *Radiology.* 1996;200(3):821-827.

Khan KM, Cook JL. Overuse Tendon Injuries: Where Does the Pain Come From? *Sports Med Arthrosc.* 2000.

Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Åstrom M. Histopathology of common tendinopathies: Update and implications for clinical management. *Sport Med.* 1999.

Khan KM, Visentini PJ, Kiss ZS, et al. Correlation of ultrasound and magnetic resonance imaging with clinical outcome after patellar tenotomy: Prospective and retrospective studies. *Clin J Sport Med.* 1999.

- Kaux JF, Forthomme B, Goff CL, Crielaard JM, Croisier JL. Current opinions on tendinopathy. *J Sports Sci Med*. 2011;10(2):238–253.
- Kirkendall DT, Garrett WE. Function and biomechanics of tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 2007. doi:10.1111/j.1600-0838.1997.tb00120.x
- Koenig MJ, Torp-Pedersen S, Qvistgaard E, Terslev L, Bliddal H. Preliminary results of colour Doppler-guided intratendinous glucocorticoid injection for Achilles tendonitis in five patients. *Scand J Med Sci Sport*. 2004.
- Kongsgaard M, Aagaard P, Roikjaer S, et al. Decline eccentric squats increases patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. *Clin Biomech*. 2006.
- Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sport*. 2009.
- Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. *Br J Sports Med*. 2018.
- Kountouris A, Cook J. Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2007.
- Kregel J, van Wilgen CP, Zwerver J. Pain assessment in patellar tendinopathy using pain pressure threshold algometry: An observational study. *Pain Med (United States)*. 2013.
- Krevolin JL, Pandy MG, Pearce JC. Moment arm of the patellar tendon in the human knee. *J Biomech*. 2004.
- Kruckeberg BM, Chahla J, Moatshe G, et al. Quantitative and Qualitative Analysis of the Medial Patellar Ligaments: An Anatomic and Radiographic Study. *Am J Sports Med*. 2018.

- Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Gender differences in the viscoelastic properties of tendon structures. *Eur J Appl Physiol*. 2003.
- Kuipers H. Exercise-induced muscle damage. In: *International Journal of Sports Medicine*. ; 1994.
- Kujala UM, Österman K, Kvist M, Aalto T, Friberg O. Factors predisposing to patellar chondropathy and patellar apicitis in athletes. *Int Orthop*. 1986.
- Kujala UM, Sarna S, Kaprio J. Cumulative incidence of achilles tendon rupture and tendinopathy in male former elite athletes. *Clin J Sport Med*. 2005.
- Kulig K, Landel R, Chang YJ, et al. Patellar tendon morphology in volleyball athletes with and without patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sport*. 2013.
- Larsson MEH, Käll I, Nilsson-Helander K. Treatment of patellar tendinopathy-a systematic review of randomized controlled trials. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2012;20(8):1632-1646.
- Lastayo PC, Reich TE, Urquhart M, Hoppeler H, Lindstedt SL. Chronic eccentric exercise: Improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol*. 1999.
- LaStayo PC, Woolf JM, Lewek MD, Snyder-Mackler L, Trude-Reich, Lindstedt SL. Eccentric Muscle Contractions: Their Contribution to Injury, Prevention, Rehabilitation, and Sport. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003.
- Leadbetter WB. Cell-matrix response in tendon injury. *Clin Sports Med* 1992; 11(3): 533–578.
- Legerlotz K, Jones ER, Screen HRC, Riley GP. Increased expression of IL-6 family members in tendon pathology. *Rheumatol (United Kingdom)*. 2012.
- Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sport Med*. 2005.

Lian Ø, Engebretsen L, Øvrebø R V., Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med.* 1996.

Lian Ø, Refsnes PE, Engebretsen L, Bahr R. Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2003.

Lian Ø, Scott A, Engebretsen L, Bahr R, Duronio V, Khan K. Excessive apoptosis in patellar tendinopathy in athletes. *Am J Sports Med.* 2007.

Lipman K, Wang C, Ting K, Soo C, Zheng Z. Tendinopathy: Injury, repair, and current exploration. *Drug Des Devel Ther.* 2018.

Lopes AD, Hespanhol Junior LC, Kamper SJ, Costa LOP. Exercise for patellar tendinopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018.

Macedo LG, Maher CG, Hancock MJ, et al. Predicting Response to Motor Control Exercises and Graded Activity for Patients With Low Back Pain: Preplanned Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2014;94(11):1543-1554.

Maffulli N, Wong J, Almekinders LC. Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med.* 2003.

Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: Balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol.* 2010.

Malliaras P, Chan O, Simran G, Martinez De Albornoz P, Morrissey D, Maffulli N. Doppler ultrasound signal in achilles tendinopathy reduces immediately after activity. *Int J Sports Med.* 2012;33(6):480-484.

Malliaras P, Cook JL, Kent PM. Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players. *Br J Sports Med.* 2007.

Malliaras P, Cook J, Ptasznik R, Thomas S. Prospective study of change in patellar tendon abnormality on imaging and pain over a volleyball season. *Br J Sports Med.* 2006.

Malliaras P, Purdam C, Maffulli N, Cook J. Temporal sequence of greyscale ultrasound changes and their relationship with neovascularity and pain in the patellar tendon. *Br J Sports Med.* 2010.

Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: A systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sport Med.* 2013.

Malliaras P, Cook J. Changes in anteroposterior patellar tendon diameter support a continuum of pathological changes. *Br J Sports Med.* 2011.

Malliaras P, Cook J. Patellar tendons with normal imaging and pain: Change in imaging and pain status over a volleyball season. *Clin J Sport Med.* 2006.

Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015.

Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport.* 2006.

Malliaras P, O'Neill S. Potential risk factors leading to tendinopathy. *Apunt Med l'Esport.* 2017.

Mani-Babu S, Morrissey D, Waugh C, Screen H, Barton C. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: A systematic review. *Am J Sports Med.* 2015.

Mann KJ, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird SP. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc.* 2013.

Mann KJ, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird SP. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc.* 2013.

Maroto-Izquierdo S, García-López D, De Paz JA. Functional and Muscle-Size Effects of Flywheel Resistance Training with Eccentric-Overload in Professional Handball Players. *J Hum Kinet.* 2017.

Maroto-Izquierdo S, García-López D, Fernandez-Gonzalo R, Moreira OC, González-Gallego J, de Paz JA. Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2017.

Martinez-Aranda LM, Fernandez-Gonzalo R. Effects of inertial setting on power, force, work, and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men. *J Strength Cond Res.* 2017;31(6).

Mascaró A, Cos MÀ, Morral A, Roig A, Purdam C, Cook J. Load management in tendinopathy: Clinical progression for Achilles and patellar tendinopathy. *Apunt Med l'Esport.* 2018;53(197):19-27.

Mason-Mackay AR, Whatman C, Reid D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2017.

Matheson GO, Klügl M, Dvorak J, et al. Responsibility of sport and exercise medicine in preventing and managing chronic disease: Applying our knowledge and skill is overdue. *Br J Sports Med.* 2011.

McAuliffe S, McCreesh K, Culloty F, Purtill H, O'Sullivan K. Can ultrasound imaging predict the development of Achilles and patellar tendinopathy? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016.

Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, Rietjens G, Steinacker J, Urhausen A. Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sport Sci.* 2006.



Mendonça LDM, Leite H, Zwerver J, Henschke N, Branco G, Oliveira VC. How strong is the evidence that conservative treatment reduces pain and improves function in individuals with patellar tendinopathy? A systematic review of randomised controlled trials including GRADE recommendations. *Br J Sports Med.* 2019.

Mendonça LDM, Ocarino JM, Bittencourt NFN, Fernandes LMO, Verhagen E, Fonseca ST. The accuracy of the VISA-p questionnaire, single-leg decline squat, and tendon pain history to identify patellar tendon abnormalities in adult athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016.

Millar NL, Hueber AJ, Reilly JH, et al. Inflammation is present in early human tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2010.

Millar NL, Murrell GAC, McInnes IB. Inflammatory mechanisms in tendinopathy - towards translation. *Nat Rev Rheumatol.* 2017.

Molloy T, Wang Y, Murrell GAC. The roles of growth factors in tendon and ligament healing. *Sport Med.* 2003.

Mosca MJ, Rashid MS, Snelling SJ, Kirtley S, Carr AJ, Dakin SG. Trends in the theory that inflammation plays a causal role in tendinopathy: A systematic review and quantitative analysis of published reviews. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2018.

Naczek M, Brzenczek-Owczarzak W, Arlet J, Naczek A, Adach Z. Training effectiveness of the inertial training and measurement system. *J Hum Kinet.* 2014.

Naczek M, Naczek A, Brzenczek-Owczarzak W, Arlet J, Adach Z. Impact of Inertial Training on Strength and Power Performance in Young Active Men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(8).

Nicholas P, Hefford C, Tumilty S. The use of the patient-specific functional scale to measure rehabilitative progress in a physiotherapy setting. *J Man Manip Ther.* 2012.

Norrbrand L, Fluckey JD, Pozzo M, Tesch PA. Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol*. 2008.

Norrbrand L, Pozzo M, Tesch PA. Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *Eur J Appl Physiol*. 2010.

Lian O, Holen KJ, Engebretsen L, Bahr R. Relationship between symptoms of jumper's knee and the ultrasound characteristics of the patellar tendon among high level male volleyball players. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6(5):291-296.

O'Neill S, Radia J, Bird K, et al. Acute sensory and motor response to 45-s heavy isometric holds for the plantar flexors in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2019. doi:10.1007/s00167-018-5050-z

O'Brien M. Structure and metabolism of tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 2007.

O'Brien M. Functional anatomy and physiology of tendons. *Clin Sports Med*. 1992.

Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: Normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med*. 2004.

Onambélé GL, Maganaris CN, Mian OS, et al. Neuromuscular and balance responses to flywheel inertial versus weight training in older persons. *J Biomech*. 2008;41(15):3133-3138.

Onambélé GNL, Burgess K, Pearson SJ. Gender-specific in vivo measurement of the structural and mechanical properties of the human patellar tendon. *J Orthop Res*. 2007.

Owerkowicz T, Cotter JA, Haddad F, et al. Exercise Responses to Gravity-Independent Flywheel Aerobic and Resistance Training. *Aerosp Med Hum Perform*. 2016;87(2).

Paavola M, Paakkala T, Kannus P, Järvinen M. Ultrasonography in the differential diagnosis of achilles tendon injuries and related disorders: A comparison between pre-operative ultrasonography and surgical findings. *Acta radiol.* 1998.

Pang J, Shen S, Pan WR, Jones IR, Rozen WM, Taylor GI. The arterial supply of the patellar tendon: Anatomical study with clinical implications for knee surgery. *Clin Anat.* 2009.

Peacock EE. A study of the circulation in normal tendons and healing grafts. *Ann Surg.* 1959.

Pearson SJ, Stadler S, Menz H, et al. Immediate and Short-Term Effects of Short- and Long-Duration Isometric Contractions in Patellar Tendinopathy. *Clin J Sport Med.* 2018.

Peers KHE, Lysens RJJ. Patellar tendinopathy in athletes: Current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sport Med.* 2005.

Magnusson SP, Aagaard P, Dyhre-Poulsen P, Kjaer M. Load-displacement properties of the human triceps surae aponeurosis in vivo [published correction appears in *J Physiol* 2001 May 1;532(Pt 3):894]. *J Physiol.* 2001;531(Pt 1):277-288.

Pink M, Perry J, Houghlum PA, Devine DJ. Lower Extremity Range of Motion in the Recreational Sport Runner. *Am J Sports Med.* 1994.

Purdam CR, Johnsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook JL, Khan KM. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2004.

Purdam CR, Cook JL, Hopper DM, et al. Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. *Phys Ther Sport.* 2003.

Rabello LM, van den Akker-Scheek I, Brink MS, Maas M, Diercks RL, Zwerver J. Association Between Clinical and Imaging Outcomes After Therapeutic Loading

Exercise in Patients Diagnosed With Achilles or Patellar Tendinopathy at Short- and Long-Term Follow-up. *Clin J Sport Med*. 2018.

Rabin A, Kozol Z, Finestone AS. Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: A prospective cohort study. *J Foot Ankle Res*. 2014.

Rees JD, Stride M, Scott A. Tendons - Time to revisit inflammation. *Br J Sports Med*. 2014.

Reiman EMP, Manske RC. Functional Testing in Human Performance : 139 Tests for Sport , Fitness , Occupational Settings. *Europe*. 2010.

Riel H, Vicenzino B, Jensen MB, Olesen JL, Holden S, Rathleff MS. The effect of isometric exercise on pain in individuals with plantar fasciopathy: A randomized crossover trial. *Scand J Med Sci Sport*. 2018.

Rigby JH, Mortensen BB, Draper DO. Wireless versus wired iontophoresis for treating patellar tendinopathy: A randomized clinical trial. *J Athl Train*. 2015.

Riley G. Tendons and ligaments. *Rheumatol Sixth Ed*. 2015;1-2:56-60.

Rio E, Kidgell D, Purdam C, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2015.

Rio E, Moseley L, Purdam C, et al. The pain of tendinopathy: Physiological or pathophysiological? *Sport Med*. 2014.

Rio E, Purdam C, Girdwood M, Cook J. Isometric Exercise to Reduce Pain in Patellar Tendinopathy In-Season: Is It Effective “on the Road”? *Clin J Sport Med*. 2019.

Rio E, Van Ark M, Docking S, et al. Isometric contractions are more analgesic than isotonic contractions for patellar tendon pain: An in-season randomized clinical trial. *Clin J Sport Med*. 2017.

- Rodriguez-Merchan EC. The treatment of patellar tendinopathy. *J Orthop Traumatol.* 2013.
- Roels J, Martens M, Mulier JC, Burssens A. Patellar tendinitis (jumper's knee). *Am J Sports Med.* 1978.
- Romero-Rodriguez D, Gual G, Tesch PA. Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: A case-series study. *Phys Ther Sport.* 2011.
- Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *J Physiother.* 2014.
- Rumian AP, Wallace AL, Birch HL. Tendons and ligaments are anatomically distinct but overlap in molecular and morphological features - A comparative study in an ovine model. *J Orthop Res.* 2007.
- Sabido R, Hernández-Davó JL, Botella J, Navarro A, Tous-Fajardo J. Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(5).
- Sabido R, Hernández-Davó JL, Pereyra-Gerber GT. Influence of different inertial loads on basic training variables during the flywheel squat exercise. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018.
- Schulz KF, Altman DC, Moher D. CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Ital J Public Health.* 2010.
- Scott A, Khan KM, Cook JL, Duronio V. What is "inflammation"? Are we ready to move beyond Celsus? *Br J Sports Med.* 2004.
- Scott A, Lian, Roberts CR, et al. Increased versican content is associated with tendinosis pathology in the patellar tendon of athletes with jumper's knee. *Scand J Med Sci Sport.* 2008.

- Scott A, Squier K, Alfredson H, et al. ICON 2019: International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus: Clinical Terminology. *Br J Sports Med.* 2020.
- Scott A, Cook JL, Hart DA, Walker DC, Duronio V, Khan KM. Tenocyte responses to mechanical loading in vivo: A role for local insulin-like growth factor 1 signaling in early tendinosis in rats. *Arthritis Rheum.* 2007.
- Screen HRC. Hierarchical approaches to understanding tendon mechanics. *J Biomech Sci Eng.* 2009.
- Seynnes OR, De Boer M, Narici M V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol.* 2007.
- Sharma P, Maffulli N. Biology of tendon injury: Healing, modeling and remodeling. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2006.
- Sharma P, Maffulli N. Tendon injury and tendinopathy: Healing and repair. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2005.
- Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with achilles tendinopathy: A randomized controlled study. *Am J Sports Med.* 2007.
- Simpson M, Rio E, Cook J. At What Age Do Children and Adolescents Develop Lower Limb Tendon Pathology or Tendinopathy? A Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med.* 2016.
- Skjong CC, Meininger AK, Ho SSW. Tendinopathy Treatment: Where is the Evidence? *Clin Sports Med.* 2012.
- Soldado F, Reina F, Yuguero M, Rodríguez-Baeza A. Vascularisation du ligament patellaire humaine: Anatomie clinique. *Surg Radiol Anat.* 2002;24(3-4):177-182.

Soligard T, Schwellnus M, Alonso JM, et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med.* 2016;50(17):1030-1041.

Sprague AL, Smith AH, Knox P, Pohlig RT, Grävare Silbernagel K. Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2018;52(24):1575-1585.

Sprague AL, Silbernagel KG. Alterations in Tendon Structure May Relate to Symptom Severity and Functional Deficits in Patellar Tendinopathy. February 2020.

Stanish WD, Rubinovich RT, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;NO. 208:65-68.

Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clin Rehabil.* 2004;18(4):347-352.

Stratford P. Assessing Disability and Change on Individual Patients: A Report of a Patient Specific Measure. *Physiother Canada.* 1995;47(4):258-263.

Sunding K, Fahlström M, Werner S, Forssblad M, Willberg L. Evaluation of Achilles and patellar tendinopathy with greyscale ultrasound and colour Doppler: using a four-grade scale. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(6):1988-1996.

Tang C, Chen Y, Huang J, et al. The roles of inflammatory mediators and immunocytes in tendinopathy. *J Orthop Transl.* 2018;14:23-33.

Tesch PA, Ekberg A, Lindquist DM, Trieschmann JT. Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a non-gravity-dependent exercise system. *Acta Physiol Scand.* 2004;180(1):89-98.

Tesch PA, Trieschmann JT, Ekberg A. Hypertrophy of chronically unloaded muscle subjected to resistance exercise. *J Appl Physiol.* 2004;96(4):1451-1458.

- Tesch PA, Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR. Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYo™) resistance exercise. *Front Physiol.* 2017;8(APR).
- Thampatty BP, Wang JHC. Mechanobiology of young and aging tendons: In vivo studies with treadmill running. *J Orthop Res.* 2018;36(2):557-565.
- Tous-Fajardo J, Gonzalo-Skok O, Arjol-Serrano JL, Tesch P. Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(1):66-73.
- Tous-Fajardo J, Maldonado RA, Quintana JM, Pozzo M, Tesch PA. The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1(3):293-298.
- Van Ark M, Rio E, Cook J, et al. Clinical improvements are not explained by changes in tendon structure on ultrasound tissue characterization after an exercise program for patellar tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018.
- Van Der Worp H, De Poel HJ, Diercks RL, Van Den Akker-Scheek I, Zwerver J. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. *Int J Sports Med.* 2014;35(8):714-722.
- Van der Worp H, Van Ark M, Zwerver J, Van den Akker-Scheek I. Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: A cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sport.* 2012;22(6):783-790.
- Van Der Worp H, Van Ark M, Roerink S, Pepping GJ, Van Den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy: A systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 2011;45(5):446-452.
- Vicens-Bordas J, Esteve E, Fort-Vanmeerhaeghe A, Bandholm T, Thorborg K. Is inertial flywheel resistance training superior to gravity-dependent resistance training in improving muscle strength? A systematic review with meta-analyses. *J Sci Med Sport.* 2018;21(1):75-83.



Vicenzino B, De Vos RJ, Alfredson H, et al. ICON 2019 - International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus: There are nine core health-related domains for tendinopathy (CORE DOMAINS): Delphi study of healthcare professionals and patients. *Br J Sports Med.* 2020;54(8):444-451.

Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: An index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (Patellar Tendinosis). *J Sci Med Sport.* 1998;1(1):22-28.

Visnes H, Bahr R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sport.* 2013;23(5):607-613.

Visnes H, Tegnander A, Bahr R. Ultrasound characteristics of the patellar and quadriceps tendons among young elite athletes. *Scand J Med Sci Sport.* 2015;25(2):205-215.

Visnes H, Aandahl HÅ, Bahr R. Jumper's knee paradox - Jumping ability is a risk factor for developing jumper's knee: A 5-year prospective study. *Br J Sports Med.* 2013;47(8):503-507.

Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): A critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med.* 2007;41(4):217-223.

Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: A randomized clinical trial. *Clin J Sport Med.* 2005;15(4):225-232.

Wahlstedt C, Rasmussen-Barr E. Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3202-3207.

Warden SJ, Kiss ZS, Malara FA, Ooi ABT, Cook JL, Crossley KM. Comparative accuracy of magnetic resonance imaging and ultrasonography in confirming clinically diagnosed patellar tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2007;35(3):427-436.

Wiesinger H-P, Kösters A, Müller E, et al. Efficacy of heavy slow resistance training in management of patellar tendinopathy: A single blinded randomized controlled trial. 2019.

Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: A brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1705-1715.

Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population: A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2001;29(2):190-195.

Woo SLY, Gomez MA, Woo YK, Akeson WH. Mechanical properties of tendons and ligaments. II. The relationships of immobilization and exercise on tissue remodeling. *Biorheology.* 1982;19(3):397-408.

Woo SL-Y, Debski RE, Zeminski J, Abramowitch SD, Chan Saw, MS SS, Fenwick JA. Injury and Repair of Ligaments and Tendons. *Annu Rev Biomed Eng.* 2000;2(1):83-118.

Woodley BL, Newsham-West RJ, Baxter GD. Chronic tendinopathy: Effectiveness of eccentric exercise. *Br J Sports Med.* 2007;41(4):188-198.

Wren TAL, Lindsey DP, Beaupré GS, Carter DR. Effects of creep and cyclic loading on the mechanical properties and failure of human Achilles tendons. *Ann Biomed Eng.* 2003;31(6):710-717.

Wright BJ, Galtieri NJ, Fell M. Non-adherence to prescribed home rehabilitation exercises for musculoskeletal injuries: The role of the patient/practitioner relationship. *J Rehabil Med.* 2014;46(2):153-158.

Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med.* 2005;39(2):102-105.

Zernicke RF, Garhammer J, Jobe FW. Human patellar tendon rupture. A kinetic analysis. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 1977;59(2):179-183.

Zhang ZJ, Ng GYF, Lee WC, Fu SN. Changes in morphological and elastic properties of patellar tendon in athletes with unilateral patellar tendinopathy and their relationships with pain and functional disability. *PLoS One*. 2014;9(10).

Zwerver J. [Patellar tendinopathy ('jumper's knee'); a common and difficult-to-treat sports injury]. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2008;152(33):1831-1837.

Zwerver J, Bredeweg SW, Hof AL. Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. *Br J Sports Med*. 2007;41(4):264-268.

Zwerver J, Bredeweg SW, Van Den Akker-Scheek I. Prevalence of jumper's knee among nonelite athletes from different sports: A cross-sectional survey. *Am J Sports Med*. 2011;39(9):1984-1988.

## **Anexo**

### **HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**

Introducción:

Usted está siendo invitado a participar de un proyecto de investigación denominado “EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIA INERCIAL VS ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIA PESADA Y LENTA EN EL TRATAMIENTO DE LA TENDINOPATÍA ROTULIANA CRÓNICA” que se desarrolla en Pro-Life Salud & Deporte, coordinado por el Lic. Diego Andrés Ruffino.

Antes de firmar su consentimiento es importante que lea cuidadosamente y comprenda la información detallada sobre el presente estudio. Puede analizarla con amigos, familiares si lo desea y siéntase libre de hacer todas las preguntas que tenga sobre el mismo. Si hay palabras que no comprende con claridad, pídale al investigador que se las explique. No firme este formulario a menos que esté dispuesto a participar.

Se utilizarán los datos para una investigación experimental, prospectiva, longitudinal y correlacional (Investigación clínica controlada y aleatorizada) cuyo objetivo es: determinar la efectividad terapéutica del entrenamiento isoinercial en pacientes con tendinopatía rotuliana crónica, comparado con el entrenamiento de resistencia pesada y lenta en la ciudad de Córdoba.

Le estamos solicitando su autorización para participar en la investigación. Inicialmente se realizara una entrevista junto a una evaluación funcional que llevara 60’ aproximadamente. Además, se realizará estudios de ecografía musculoesquelética. El mismo será realizado en Centro de Diagnóstico Marchegiani (ubicados a 200 mts del Centro Pro-Life Salud & Deporte), por médico especialista en diagnóstico por imágenes. Luego de finalizar el tratamiento se deberá reiterar el estudio, no dejando pasar más de 7 días.

El tratamiento consiste en realizar un protocolo de ejercicio físico durante 12 semanas. Las sesiones se realizarán con una frecuencia de 3 veces por semana (día por medio) y consistirán en 3 ejercicios ejecutados de forma bilateral, con una previa entrada en calor estandarizada de 5'. Se completaran las series en cada ejercicio con un descanso de 3-4' y un período de descanso de 5' entre los 3 ejercicios. El tiempo total de la sesión será no mayor a 35-40'. Ciertas molestias durante los ejercicios será aceptado, pero estas molestias e incomodidad no pueden aumentar después del entrenamiento. Los participantes podrán continuar realizando actividades deportivas, siempre y cuando el dolor o ligeras molestias que experimenten (que provoca su lesión), no superen una puntuación de 3 sobre 10 de la Escala Visual Análoga de Dolor (EVA).

Riesgos e incomodidades previstas: este estudio no representa ningún riesgo para el paciente, solo puede experimentar ligeras molestias musculares post entrenamiento.

No recibirá remuneración ni beneficio alguno por participar de los investigadores y /o de otras instituciones asociadas a la investigación. Puede abandonar el estudio o suspender su participación cuando así lo desee y sin mediar explicación alguna. Su negativa a participar no le ocasionará ningún perjuicio. El participante podrá retirarse hasta la inclusión de sus datos en los resultados globales, donde ya no podrán ser individualizados.

Mediante la firma del consentimiento informado, usted no renuncia a ninguno de los derechos que le corresponden según las leyes de nuestro país y está de acuerdo en permitir al personal de la investigación, las dependencias sanitarias del gobierno y los Consejos de Ética de la investigación, que valoren el desarrollo de la investigación. Su nombre se mantendrá en total confidencialidad hasta el punto que la ley lo permita. La información que Usted proporcione o que se recopile no será divulgada a terceros sin su permiso explícito. Si los resultados del estudio se publican o se presentan en congresos, no incluirán datos personales que puedan identificarlos. La Ley 25326 de protección de datos personales salvaguarda su información personal. Los datos personales, es decir que los registros que se

efectúen serán identificados con un código y no con el uso de su nombre y sólo se utilizarán para los propósitos mencionados en este estudio.

El conocimiento que se logre construir con su participación servirá para actualizar información acerca de la efectividad terapéutica del entrenamiento isoinercial en personas con tendinopatía rotuliana crónica. Además, será útil para evaluar y comparar los tiempos de evolución clínica de ambos abordajes de tratamiento.

Si tiene dudas como sujeto que participa en una investigación puede contactar al comité de Ética de las Investigaciones en Salud que ha aprobado este estudio del Hospital Nacional de Clínicas, coordinadora Dra. Susana Vanoni, lunes a viernes de 08 a 15 hs, Santa Rosa 1564, B° Clínicas.

Para consultas relacionadas con el diseño de la investigación puede contactar al equipo de investigadores: Lic. Diego Andrés Ruffino, con dirección en 27 de Abril 370 16C Centro. Teléfono: 351-156162201. Horario de consulta: 8 a 20 hs.

#### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Al firmar expreso mi conformidad para participar de una investigación que me ha sido claramente explicada. He leído y comprendido la hoja de información y he tenido la posibilidad de formular las preguntas y estoy satisfecho con la información recibida. He sido informado por un investigador cuyo nombre y apellido se hace constar al pie de este documento.

Tengo conocimiento que mi participación es libre y voluntaria y que puedo retirarme sin perjuicio. Se me ha informado que los datos que deriven de este estudio solo podrán ser suprimidos de la base de datos hasta el momento que sean integrados y publicados de manera anónima, donde no habrá ya forma de suprimirlos.

Acepto la realización de los distintos procedimientos implicados y conozco los riesgos eventuales debiendo comunicarlos al investigador en caso de presentarlos. Entiendo que no recibiré remuneración por participar ni otros beneficios. La investigación tampoco me generará erogaciones.

Los resultados podrán ser presentados en reuniones científicas o publicados en revistas especializadas manteniendo siempre la reserva de los datos personales.

PARTICIPANTE / PACIENTE

FIRMA:.....

ACLARACIÓN:.....

DNI:.....

FECHA:.....

INVESTIGADOR QUE OBTUVO EL CONSENTIMIENTO:

FIRMA:.....

ACLARACIÓN:.....

DNI:.....

FECHA:.....