

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Efectos del entrenamiento de cuádriceps y glúteo medio con restricción parcial de flujo sanguíneo sobre el dolor y la funcionalidad en sujetos con dolor femoropatelar. Estudio piloto.

AUTOR: PERALES VARGAS, LUIS

Nº expediente 1743

TUTOR. Sergio Hernández Sánchez

COTUTOR José Vicente Segura Heras

Departamento de Patología y Cirugía, Área de Fisioterapia

Curso académico 2015 - 2019

Convocatoria de Ordinaria Semestre 2

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	3
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	4
INTRODUCCIÓN	5
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	6
OBJETIVOS.....	6
MATERIAL Y MÉTODO	6
Diseño del estudio	6
Participantes	7
Procedimientos de evaluación.....	8
Intervención.....	11
Criterios de realización de sesiones de entrenamiento.....	11
Análisis estadístico	12
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES	16
ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS	17
BIBLIOGRAFÍA.....	23

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción

El dolor anterior de rodilla afecta a más del 10% de la población. El tratamiento conservador es el fortalecimiento muscular. El entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo consigue resultados similares a los convencionales con una carga menor.

Objetivos

Valorar las modificaciones respecto al dolor y la funcionalidad tras realizar ejercicios de fortalecimiento con restricción parcial de flujo sanguíneo en los músculos cuádriceps y glúteo medio.

Material y método

Se diseñó un estudio piloto, evaluando a 20 sujetos distribuidos aleatoriamente en dos grupos: intervención y control. Se registraron las variables: funcionalidad, dolor, kinesiofobia, fuerza isométrica, resistencia máxima y equilibrio dinámico. Ambos grupos realizaron 16 sesiones de entrenamiento con un ejercicio de cuádriceps y otro de glúteo medio. El grupo control trabajó al 70% de resistencia máxima y el grupo al 20%.

Resultados

Existe una mejora estadísticamente significativa en ambos grupos de su resistencia máxima, al igual que en la estabilidad dinámica ($P < 0.05$). En la escala KOOS el grupo control mejora significativamente, mientras que el grupo intervención se reduce el dolor y mejora la kinesiofobia.

Conclusiones

El uso de restricción parcial de flujo sanguíneo en un programa de fortalecimiento muscular de 8 semanas obtiene resultados similares a los ejercicios convencionales respecto a resistencia máxima y estabilidad dinámica trabajando con una carga inferior, observándose una reducción estadísticamente significativa en la percepción del dolor y la kinesiofobia.

Palabras clave

Anterior Knee pain, vascular occlusion, therapeutic exercise

ABSTRACT AND KEYWORDS

Introduction

Anterior knee pain affects more than 10% of the population. Conservative treatment is muscle strengthening. Training with partial blood flow restriction achieves results similar to conventional ones with a lower load.

Aim

To evaluate the modifications regarding pain and functionality after performing strengthening exercises with partial blood flow restriction in the quadriceps and gluteus medius muscles.

Material and method

A pilot study was designed, evaluating 20 subjects randomly distributed in two groups: intervention and control. The variables were recorded: functionality, pain, kinesiophobia, isometric strength, maximum resistance and dynamic equilibrium. Both groups performed 16 training sessions with a quadriceps exercise and a gluteus medius exercise. The control group worked at 70% maximum resistance and the group at 20%.

Results

There is a statistically significant improvement in both groups of their maximum resistance, as well as in the dynamic stability ($P < 0.05$). On the KOOS scale, the control group improves significantly, while the intervention group reduces pain and improves kinesiophobia.

Conclusions

The use of partial restriction of blood flow in an 8-week muscle strengthening program obtains similar results to conventional exercises with respect to maximum resistance and dynamic stability working with a lower load, observing a statistically significant reduction in the perception of pain and kinesiophobia .

Keywords

Knee pain, vascular occlusion, therapeutic exercise

INTRODUCCIÓN

El dolor de rodilla es una condición con una alta prevalencia, siendo el dolor femoropatelar (DFP) una de las formas más comunes del dolor de rodilla (Crossley et al. 2016a). Su incidencia oscila entre el 5,1% y el 14,9% y su prevalencia de entre 16,3% y el 28,9% en adolescentes (Smith et al. 2018). El DFP se describe como un dolor difuso en la zona anterior de la rodilla no causado por una acción traumática, que se agrava al realizar sentadillas, correr, subir y bajar escaleras o estar sentado de forma prolongada (Crossley et al. 2016a).

La terminología utilizada para describir el DFP puede ser confusa. Los términos sinónimos comunes incluyen el síndrome de dolor retropatelar, la rodilla de corredor, el síndrome de compresión de la faceta lateral y el dolor de rodilla anterior idiopático. El término condromalacia rotuliana se usa para describir cambios patológicos en el cartílago articular de la rótula, como el ablandamiento, la erosión y la fragmentación (Cutbill et al. 1997).

El tratamiento conservador recomendado para esta condición según el consenso de Manchester de 2016 es el ejercicio terapéutico, combinando ejercicios de rodilla y cadera (Crossley et al. 2016b), principalmente cuádriceps y glúteo medio (Collins et al. 2018).

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda trabajar con cargas de entre el 60% y el 70% de una repetición máxima (1RM) para desarrollar fuerza muscular, y de entre el 70% y el 85% para generar hipertrofia muscular (American College of Sports Medicine 2009). En muchas ocasiones estas cargas pueden provocar un aumento de dolor articular en sujetos con DFP, y se aconseja reducir la resistencia al nivel que no provoque síntomas. Esta reducción puede hacer que no se consiga un aumento de fuerza e hipertrofia deseado para conseguir la recuperación funcional y la reducción de síntomas (Giles et al. 2017).

El entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo o Blood Flow Restriction (BFR) es una técnica que consiste en la colocación de un manguito neumático en la zona proximal del músculo diana, al que se le aplica una presión que provoca una restricción parcial del flujo sanguíneo mientras se realizan ejercicios de fuerza (Takarada et al. 2000). Existen varios mecanismos por los que el BFR

provoca hipertrofia, principalmente la acumulación metabólica, la activación del tipo de fibra y la señalización de mTOR, aunque los estudios existentes son incompletos y falta evidencia sobre la fisiología que realmente provoca la hipertrofia con esta técnica (Loenneke et al. 2010). El BFR combinado con un entrenamiento de baja intensidad (EBI) con cargas del 20% de 1 RM permite conseguir resultados similares a nivel de hipertrofia que un entrenamiento convencional sin BFR de alta intensidad con cargas del 80% de 1 RM (Karabulut et al. 2010).

HIPÓTESIS DE TRABAJO

“Un entrenamiento de baja intensidad en cuádriceps y glúteo medio con restricción de flujo sanguíneo en el muslo, disminuye el dolor y mejora la funcionalidad de rodilla en personas adolescentes con historia de dolor anterior de rodilla.”

OBJETIVOS

Objetivo principal:

- Valorar los efectos de un EBI con BFR sobre el dolor y la funcionalidad de rodilla respecto a un entrenamiento de alta intensidad (EAI) sin BFR en sujetos adolescentes con DFP.

Objetivos secundarios:

- Valorar la percepción de esfuerzo y dolor durante los ejercicios.
- Valorar el dolor en actividades de la vida diaria.
- Valorar la funcionalidad en la escala KOOS.
- Valorar la evolución fuerza isométrica.
- Valorar los cambios en la resistencia máxima.
- Constatar diferencias en la estabilidad dinámica.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio

Se trata de un estudio experimental tipo ensayo clínico piloto con grupo control placebo.

Todas las mediciones, pruebas y ejercicios se han realizado en el Centro de Investigación Traslacional en Fisioterapia (laboratorio 2) de la Universidad Miguel Hernández de Elche, en el campus de Sant Joan d'Alacant.

Se realizó el reclutamiento de participantes durante la primera mitad de noviembre de 2018 y se realizaron mediciones iniciales entre los días 19 y 23 de noviembre de 2018. Las sesiones de ejercicios empezaron el 26 de noviembre y finalizaron el 18 de enero de 2019. Se realizaron mediciones finales el 21 de enero de 2019.

Para realizar el reclutamiento se diseñó un cuestionario (Tabla 1. Formulario de reclutamiento) que se envió por correo electrónico a estudiantes de la Universidad Miguel Hernández de Elche de los grados de Fisioterapia, Podología, Terapia Ocupacional y Farmacia. Se recopilaban los datos a través de la aplicación de formularios de Google Forms.

Participantes

Los participantes que respondieron al cuestionario y cumplían con los criterios de inclusión para el estudio, fueron posteriormente informados de los objetivos y del funcionamiento del programa de entrenamiento que consistía en 2 sesiones semanales en días no consecutivos durante 8 semanas. Antes de realizar ninguna medición, firmaron un consentimiento informado. Este estudio se aprobó por el Comité de Ética de la Universidad Miguel Hernández con referencia DCP.SHS.01.18, registro 2018.43.E.OEP y está en revisión en el Comité de Ética del Hospital General de Alicante (Anexo 1. Aprobación del Comité de Ética)

Criterios de inclusión

Para acceder al estudio, los participantes debían tener entre 18 y 30 años, ser estudiantes de la UMH y tener dolor anterior de rodilla durante más de 6 meses en el último año, tener diagnosticada por el médico condromalacia rotuliana o tener los signos de la misma según el cuestionario rellenado. Tener como mínimo tres de los cuatro ítems del cuestionario como afirmativos (dolor al: hacer sentadillas, correr, subir o bajar escaleras y estar sentado de forma prolongada) (Crossley et al. 2016c)

Criterios de exclusión

Se excluyeron a aquellos participantes que hubieran sido intervenidos quirúrgicamente de la rodilla y a los que estaban recibiendo algún tipo de tratamiento para el dolor de rodilla.

Randomización y cegado

Para asignar a los participantes en los grupos BFR y Control se hizo en una hoja de cálculo de Excel con la función ALEAT que utiliza el algoritmo de Mersenne Twister, dónde la primera mitad de los sujetos se asignó al grupo BFR y la segunda mitad al grupo Control.

Posteriormente, se tomó cada rodilla sintomática como un caso debido a que algunos tenían síntomas en una sola rodilla y otros los tenían de forma bilateral.

Debido a las limitaciones de personal no hubo cegamiento en la parte de mediciones e intervención, pero sí que lo hubo en los participantes, que no sabían a qué grupo pertenecían, por lo que se ha hecho un estudio a simple ciego.

Procedimientos de evaluación

Medidas de resultado

Se tomaron datos personales de los participantes tales como: nombre, apellidos, edad, sexo, altura, peso, teléfono y correo electrónico (Tabla 2. Descriptivo)

Se tomaron mediciones de tensión arterial y frecuencia cardíaca con Tensiómetro Easy Rapid de la marca PIC.

Se valoró el impacto funcional de la patología de rodilla mediante el cuestionario Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) (Roos y Lohmander 2003). La kinesiofobia con la escala Tampa Scale Kinesiophobia (TSK) (Hansen et al. 2001)(Gómez-Pérez et al. 2011) y la intensidad del dolor la Escala Numérica de Dolor (END) (Karcioglu et al. 2018) con 5 valores específicos: 1. Dolor General 2. Dolor al ponerse de cuclillas 3. Dolor al correr 4. Dolor al subir o bajar escaleras 5. Dolor

al estar sentado prolongadamente (todos los valores hicieron referencia a la última semana). También se midió la estabilidad dinámica con la prueba del Y-Balance Test (Berg et al. 1992).

Presión de oclusión arterial

El sujeto se colocó tumbado en decúbito prono sobre una camilla con flexión de rodilla 30°. Se colocó en la parte más proximal de su pierna dominante un torniquete neumático de 13 centímetros de ancho (Graham et al. 1993) modelo “Komprimeter torniquete neumático” de la marca Riester. Seguidamente, mediante ecografía (Sonosite Titan, sonda lineal 4-13Mhz) se localizó en el hueso poplíteo el pulso de la arteria poplíteo. Posteriormente, se ubicó la sonda del ecógrafo realizando un corte transversal del vaso utilizando la opción de visualización del doppler vascular. Una vez identificada la sección transversal del vaso arterial (tiene pulso y no se ocluye a la presión de la sonda), se monitorizaron los pulsos arteriales utilizando el modo M, donde aparecen representados gráficamente las fases del pulso arterial, así como su frecuencia e intensidad. A partir de ese momento, y manteniendo la monitorización ecográfica con el doppler color, se comenzó a realizar el inflado progresivo del torniquete neumático hasta la oclusión total de la arteria poplíteo. Se consideró que existe oclusión arterial completa cuando se dejan de registrar pulsos arteriales en el monitor ecográfico, tanto en la fase positiva como negativa de la onda. En ese momento se registró el valor en milímetros de mercurio del torniquete neumático. Dicho valor sería el utilizado para el establecimiento del nivel de oclusión individual de entrenamiento. Finalmente el sujeto era liberado de la oclusión de forma progresiva (Masri et al. 2016).

Fuerza

Se registró la fuerza isométrica de cuádriceps y glúteo medio con Dinamómetro Manual Lafayette modelo 01165. Para medir la fuerza isométrica de cuádriceps, el sujeto se colocó en una camilla en posición de decúbito supino, con una cuña de 45 grados bajo el hueso poplíteo. Posteriormente el examinador colocó el dinamómetro sobre la tibia a 15 cm del maléolo externo, y el sujeto realizó una fuerza de extensión de rodilla isométrica durante 5 segundos seguidos. La prueba se realizó dos veces con un descanso de 30 segundos y se registró la media. Para medir la fuerza

isométrica de glúteo medio, el sujeto en la misma posición anterior pero sin la cuña y el examinador colocó el dinamómetro en la cara lateral del peroné a 15 cm del maléolo externo con el codo apoyado contra una pared. Posteriormente el sujeto realizó una fuerza isométrica de abducción de cadera durante 5 segundos. El registro se realizó de la misma forma que en el cuádriceps (Mentiplay et al. 2015).

Se midió la fuerza máxima de 1 repetición (RM) de cuádriceps y glúteo medio mediante la fórmula indirecta de Epley (Seo et al. 2012). El ejercicio de cuádriceps se realizó en Banco de Colson partiendo de 90 grados de flexión de rodilla hasta 30 grados de extensión para evitar estrés articular. La posición de la espalda debía mantenerse recta y los brazos cruzados sobre el pecho para evitar compensaciones. El ejercicio de glúteo medio se realizó en una camilla, en posición de decúbito lateral con la pierna de trabajo en el lado superior. La posición del cuerpo debía ser de tronco y piernas alineadas y la pierna de trabajo a unos 10 grados de extensión, donde se colocó un lastre en el tobillo con el peso personalizado de cada participante. Se realizaron las repeticiones correspondientes de cada grupo haciendo una abducción de la pierna de trabajo hasta unos 30 grados y en la vuelta no podía descansar la pierna en la camilla (American College of Sports Medicine 2009).

Prueba de estabilidad dinámica

Se ha realizado la prueba del Y-Balance Test (YBT) que es una prueba simplificada del Star Excursion Balance Test (Plisky et al. 2009). Los sujetos fueron instruidos y tuvieron 5 minutos para practicar. Todos los sujetos usaron calzado deportivo durante la realización de la prueba. Cada sujeto se apoyó en una pierna en la placa central del pie con el aspecto más distal del calzado deportivo en la línea de salida. Mientras mantenía la postura de una sola pierna, se pidió al sujeto que alcanzara con la extremidad libre en las direcciones anterior, posteromedial y posterolateral en relación con el pie de postura. Para mejorar la reproducibilidad de la prueba y establecer un protocolo de prueba consistente, se desarrolló y utilizó un orden de prueba estándar. El orden de prueba fue de tres ensayos parados sobre el pie afecto, alcanzando en la dirección anterior (alcance anterior derecho). Este procedimiento se repitió para el posteromedial y el posterolateral llegar a las direcciones. Finalmente para obtener el

resultado final de la prueba (composite) se suman la media de los resultados de los tres ejes y se divide entre la longitud entre la espina iliaca anterosuperior y el maléolo externo multiplicado por tres, y la resultante se multiplica por cien.

Intervención

Características comunes del entrenamiento del grupo BFR y Control

Todos los participantes realizaron dos sesiones semanales en días no continuos durante 8 semanas (16 sesiones) y siempre en el mismo orden, primero el ejercicio de glúteo medio seguido del de cuádriceps. Los ejercicios se realizaron partiendo de las posiciones descritas anteriormente en el apartado de medidas de resultad. Se realizaron con un descanso de 30 segundos entre series y de 3 minutos entre ejercicios (Hughes et al. 2017). (Tabla 3. Programa de entrenamiento)

Entrenamiento grupo BFR

El grupo BFR trabajó con una carga del 20% de RM personalizada y con las siguientes series: 1x30 y 3x15 con una presión de oclusión del 60% (Loenneke et al. 2014) y se mantuvo entre series, pero se quitó totalmente entre ejercicios.

Entrenamiento grupo Control

El grupo Control trabajó con una carga del 70% de RM personalizada y con las siguientes series: 1x10 y 3x7. No se aplicó presión de oclusión, pero si se puso el manguito neumático ajustado como elemento placebo que permitía el cegamiento de la intervención.

Criterios de realización de sesiones de entrenamiento

Se estableció al inicio del tratamiento que todos los ejercicios debían realizarse sin que el dolor de rodilla fuese mayor de 5 en la END, por lo que si lo superaba se debía parar el ejercicio y considerarlo como fallo.

Para considerar que se había completado el tratamiento, se debían realizar al menos el 90% de las sesiones (14 de 16 sesiones).

Análisis estadístico

Se realizaron pruebas no paramétricas debido al reducido tamaño muestral empleando el programa informático SPSS 25.0 donde se realizó la prueba de U MannWhitney para comparación entre grupos y Rangos de Wilcoxon para las diferencias intragrupos con un nivel de significación estadística de $p < 0.05$. Los valores de los resultados se muestran en media y desviación estándar para mejor comprensión y comparación con otros estudios, aunque se han realizado pruebas no paramétricas.

RESULTADOS

De los 20 participantes que fueron seleccionados para el estudio, 9 abandonaron antes de finalizar (5 en el grupo BFR y 4 en el grupo Control) quedando 11 participantes (55%) que completaron las 8 semanas de tratamiento. De los que abandonaron, 7 fue por no poder asistir a las dos sesiones semanales establecidas y 2 lo hicieron en las primeras semanas por problemas físicos no relacionados con la rodilla.

El análisis se realizó considerando cada rodilla sintomática como un solo caso, donde en el grupo BFR (5 participantes) había 3 participantes con dolor unilateral y 2 participantes con dolor bilateral, mientras que en el grupo Control (6 participantes) había 3 participantes con dolor unilateral y 3 participantes con dolor bilateral. En total quedó una distribución de 7 casos en el grupo BFR y 9 casos en el grupo Control (Tabla 4. Diagrama de flujo Consort).

De todas las variables registradas, se observaron diferencias entre grupos:

- en el apartado de síntomas de la escala KOOS ($p=0.027$) en la valoración final
- en el eje posterolateral en la valoración inicial ($p=0.039$) del Y-Balance Test
- en la sensación de esfuerzo percibido en los valores registrados en cada sesión del tratamiento.
- en 5 de las 14 sesiones registradas (35.71%) se observó una mayor percepción de esfuerzo en el grupo BFR: sesión 2 ($p=0.026$), sesión 5 ($p=0.040$), sesión 7 ($p=0.010$), sesión 9 ($p=0.024$) y sesión 10 ($p=0.048$).
- en la media de las sesiones hubo diferencias significativas en el apartado de síntomas de la escala KOOS ($p=0.035$).

Escala KOOS

En el grupo BFR hay una mejora significativa en el apartado de deporte ($p=0.040$) mientras que el grupo Control mejora en todos los aspectos de la escala excepto en el de calidad de vida: dolor ($p=0.021$), síntomas ($p=0.010$), actividades de la vida diaria ($p=0.018$) y deporte ($p=0.014$).

Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)

En el grupo BFR hay diferencias significativas ($p=0.046$), mientras que en el grupo control no hay diferencias.

Escala END

En el grupo BFR hay mejora significativa en la percepción del dolor al realizar sentadillas ($p=0.027$), al subir o bajar escaleras ($p=0.046$) y al correr ($p=0.034$) mientras que hay una mejora clínicamente significativa (disminución de más de 2 cm en la escala END) en la percepción del dolor general y al estar sentado de forma prolongada. En el grupo control hay mejora significativa en la percepción del dolor general ($p=0.007$) mientras que hay mejora clínicamente significativa en la percepción del dolor al hacer sentadillas.

Fuerza isométrica y resistencia máxima (RM)

En el grupo BFR hay mejoras significativas en la RM de cuádriceps ($p=0.018$) y en la fuerza isométrica de glúteo medio ($p=0.018$). En el grupo Control hay mejoras significativas en fuerza isométrica de cuádriceps ($p=0.008$), RM de cuádriceps ($p=0.008$) y RM de glúteo medio ($p=0.008$).

Estabilidad dinámica (Y-Balance Test)

En el grupo BFR hay mejoras significativas en los ejes posteromedial ($p=0.018$), posterolateral ($p=0.028$) y también en el resultado final (composite) ($p=0.018$). En el grupo Control hay mejoras significativas en el eje posterolateral ($p=0.008$) y en el composite ($p=0.008$). (Tabla 5. Tabla de resultados).

DISCUSIÓN

Los sujetos con DFP que realizan un EBI con BFR mejoran significativamente la fuerza, la estabilidad dinámica y el miedo a lesionarse además de disminuir la percepción del dolor de rodilla. Aunque no hay diferencias respecto a la fuerza ganada con un entrenamiento convencional, hay que tener en cuenta la diferencia de carga que soporta la articulación, lo que nos hace pensar que es una técnica idónea que podemos aplicar en el tratamiento de otras lesiones en las que haya un objetivo de incrementar la fuerza muscular y existan limitaciones de trabajo con cargas altas por el dolor o la situación patológica de la articulación.

Metodología

Un EBI con BFR de entre 12 sesiones (Segal et al. 2015) y 18 sesiones (Giles et al. 2017) (Bryk et al. 2016) es igual de efectivo que un entrenamiento convencional sin BFR. Para ello se utilizan cargas de entre el 20% de 1RM (Karabulut et al. 2010) y el 30% de 1RM (Giles et al. 2017) (Segal et al. 2015) (Bryk et al. 2016) en el grupo BFR.

Parece que no hay consenso en la presión de oclusión para la restricción de flujo sanguíneo ya que mientras que nosotros personalizamos dicha presión tal y como hizo Lachlan Giles (Giles et al. 2017), hay autores que aplican una presión igual a todos los participantes (Karabulut et al. 2010) (Bryk et al. 2016). La presión aplicada dejaría a todos nuestros participantes sin flujo sanguíneo ya que nuestra presión de oclusión máxima es de 170mmHg mientras Bryk aplica 200mmHg a todos los participantes (Bryk et al. 2016) y Karabulut empieza con 160mmHg y aumenta progresivamente hasta los 240mmHg (Karabulut et al. 2010). Creemos que se deben crear y seguir recomendaciones de seguridad para la aplicación de BFR como ya realizan algunos autores (Loenneke et al. 2014).

Efectos en la funcionalidad.

Hay diferentes formas de valorar la funcionalidad. En la escala KOOS encontramos diferencias significativas entre grupos en la valoración de los síntomas además de una mejora significativa en el grupo control. El hecho de que en otros estudios no haya mejoría se puede atribuir a la realización de

ejercicios diferentes (Segal et al. 2015), aunque en cualquier comparación, el bajo número de la muestra puede ser un condicionante. Tampoco se encontraron diferencias significativas cuando se valoró con la escala Kujala (Giles et al. 2017). Cuando se usó el cuestionario Lequesne y el Time-up and Go Test, no se encontraron diferencias significativas entre grupos, pero sí que mejoraron los dos grupos (Bryk et al. 2016).

Efectos en el dolor.

Los resultados respecto a la mejoría del dolor en el grupo BFR es el mismo cuando se realiza una presión de oclusión personalizada (Giles et al. 2017). No mejora en el registro de las sesiones de entrenamiento aunque sí que lo hace en algún caso (Bryk et al. 2016). En nuestro caso, las sesiones de entrenamiento mostraron una mayor percepción del esfuerzo en el grupo BFR, y probablemente con una muestra mayor los resultados podrían diferenciarse también.

Efectos en el miedo a lesionarse.

No hemos encontrado otros estudios en los que se valore la kinesiofobia. Una diferencia significativa en el grupo BFR puede ser importante para incluir esta variable en siguientes estudios.

Efectos en la fuerza.

Los efectos sobre la fuerza en el uso de BFR en EBI son los valores más estudiados hasta momento y los que mayor muestran en los resultados. El músculo que más se ha incluido en dichos estudios es el cuádriceps, que ha mejorado significativamente en ambos grupos aunque no ha habido diferencia entre ellos (Giles et al. 2017) (Bryk et al. 2016) (Karabulut et al. 2010), excepto en un caso (Segal et al. 2015). En el caso del glúteo medio, se han obtenido los mismos resultados que en el cuádriceps, aunque hay que tener en cuenta que la oclusión está distal al músculo a diferencia del cuádriceps donde es proximal.

Limitaciones

El bajo número de la muestra es una de las mayores limitaciones en este estudio ya que hace que los valores basales entre los grupos no sean similares en algunas variables, y nos hace pensar en qué probablemente estos deberían ser la base para aleatorizar los grupos.

Perspectivas futuras

Este estudio piloto nos va a permitir calcular el número de sujetos necesarios para realizar un próximo estudio que pueda aproximar los resultados a la población real. En él también deberemos partir de valores basales más altos y equilibrados entre los grupos. Los resultados nos hacen pensar en realizar estudios en otras patologías en las que la ganancia de fuerza sea la base del tratamiento.

CONCLUSIONES

El uso de BFR en un EBI de cuádriceps y glúteo medio en pacientes jóvenes con condromalacia rotuliana puede disminuir el dolor anterior de rodilla y mejorar la estabilidad dinámica. Respecto a la funcionalidad, no se consiguen los mismos resultados que si trabajamos sin BFR, pero sí que disminuye el miedo al movimiento (kinesiofobia). Además consiguen los mismos resultados respecto al aumento de fuerza isométrica y máxima que un entrenamiento convencional usando una carga considerablemente inferior.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Formulario de reclutamiento.

Formulario TFG - Condromalacia Rotuliana

El siguiente formulario es para seleccionar voluntarios para realizar un estudio con personas que tienen condromalacia rotuliana o dolor de rodilla inespecífico. El tratamiento a realizar es la ejecución de una serie de ejercicios con restricción de flujo sanguíneo, que es una técnica no invasiva y con multitud de estudios que avalan su eficacia. Agradecemos tu colaboración de antemano.

Dirección de correo electrónico
Nombre
Apellidos
Teléfono

¿Cuántos años tienes?

¿Eres estudiante de la UMH?
 SÍ NO

¿Tienes diagnosticada condromalacia rotuliana?
 SÍ NO

¿Si no tienes diagnosticada condromalacia rotuliana?
 SÍ NO

¿Tienes dolor de rodilla frecuentemente?
 SÍ NO

¿Tienes dolor de rodilla ...
al ponerte de cuclillas?
 SÍ NO

al correr?
 SÍ NO

al subir o bajar escaleras?
 SÍ NO

al estar sentado de forma prolongada?
 SÍ NO

¿Tienes dolor de rodilla mal localizado?
 SÍ NO

¿Tienes algún otro diagnóstico o problema en la rodilla?
 SÍ NO

¿Te han operado alguna vez de la rodilla?
 SÍ NO

Muchas gracias por participar!!

PRIVACIDAD DE DATOS
La información sobre los datos personales y de salud será incorporada y tratada en una base de datos informatizada cumpliendo con las garantías que establece la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal y la legislación sanitaria. Puedes modificar o eliminar los datos y/o abandonar el estudio (en caso de ser seleccionado) en cualquier momento poniéndote en contacto con luis.perales@goumh.umh.es

<https://goo.gl/forms/v8MPLlvMqAaVc1sC3>

Tabla 2. Descriptivo

	BFR (n=7)		Control (n=9)	
	Media	SD	Media	SD
Edad	22.14	3.08	20.56	0.73
Sexo	0.43	0.53	0	0
Altura	171.71	8.97	164.78	5.76
Peso	62.71	7.06	60.89	7.67
Frecuencia cardíaca	81.86	10.91	76.56	8.56
Tensión arterial sistólica	113.86	8.99	119.11	6.23
Tensión arterial diastólica	75.86	9.70	73.89	4.20



Tabla 3. Programa de entrenamiento

Previo cálculo de resistencia máxima para una repetición. $RM=carga*(1+repeticiones/30)$

El número de repeticiones por serie es que se ha utilizado en anteriores estudios para realizar comparación

	Grupo BFR			Grupo Control		
	Serie	%RM	Descanso	Series	%RM	Descanso
Ejercicio de glúteo medio	1x30	20	30''	1x10	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''
Descanso de 3 minutos. Se quita el manguito neumático durante el descanso.						
Ejercicio de cuádriceps	1x30	20	30''	1x10	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''
	1x15	20	30''	1x7	70	30''



Tabla 4. Diagrama de flujo Consort

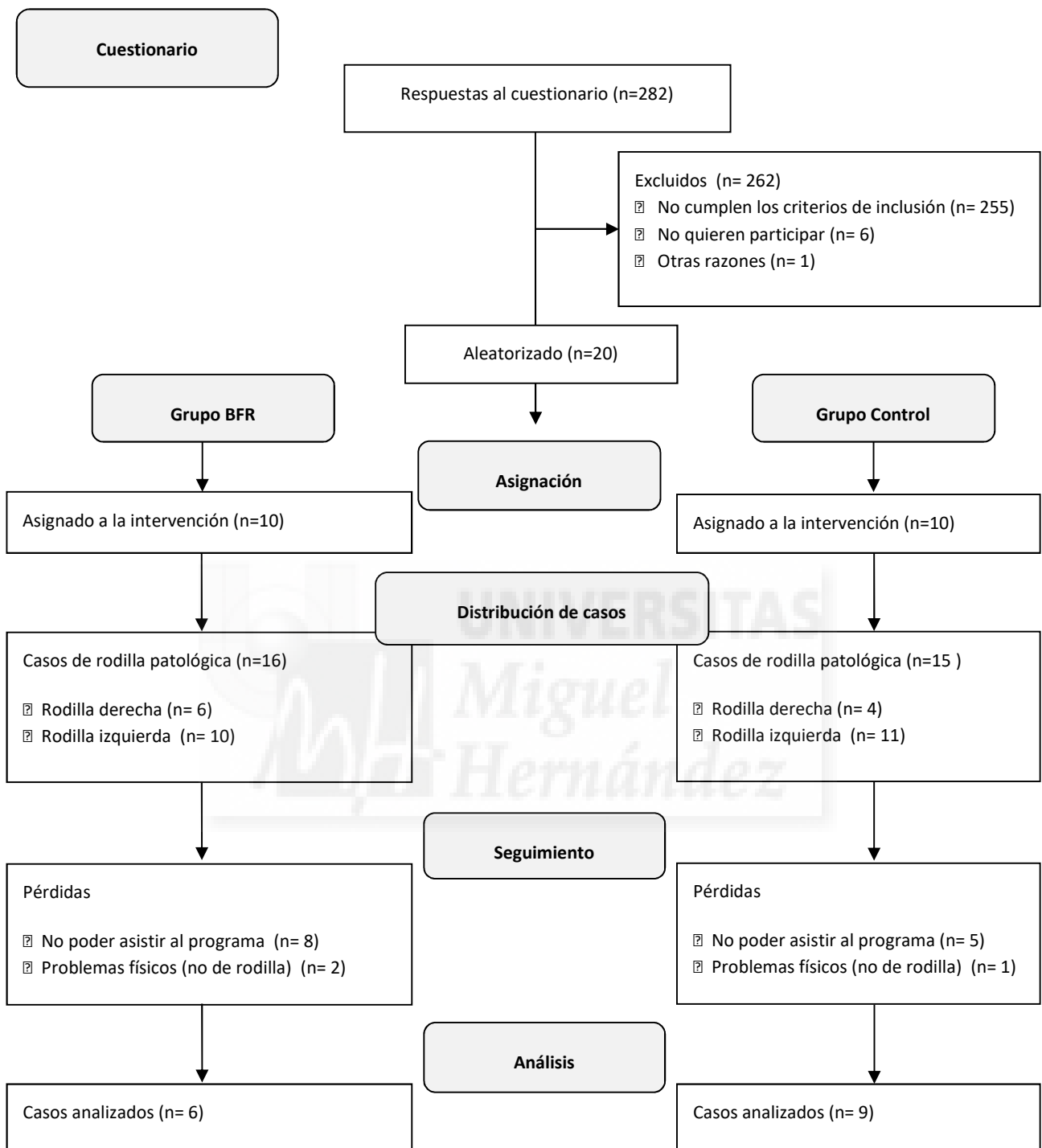


Tabla 5. Tabla de resultados

Resultados comparativos tras el tratamiento para la funcionalidad en la escala KOOS					
		Media inicial	Media final	Dif. Medias (95%) intragrupo	Dif. Medias (95%) intergrupo
Dolor	BFR	78.57±5.00	83.06±8.76	-4.49±11.72 (-15.33,6.35)	
	Control	67.90±19.20	82.41±13.82	-14.51±17.93 (-28.29,-0.72) *	-10.02 (-26.85,6.82)
Síntomas	BFR	71.94±8.85	74.49±3.82	-2.55±10.25 (-12.03,6.93)	
	Control	71.82±11.36	86.51±10.69	-14.68±10.33 (-22.62,-6.75) *	-12.13 (-23.26,-0.94) *
Actividades de la vida diaria	BFR	81.40±9.33	88.45±9.55	-7.05±10.86 (-17.09,2.99)	
	Control	83.82±12.10	92.97±5.92	-9.15±8.53 (-15.71,-2.59) *	-2.10 (12.48,8.28)
Deporte	BFR	62.14±20.59	73.57±14.35	-11.43±10.29 (-20.95,-1.91) *	
	Control	53.89±30.49	67.22±30.22	-13.33±15.00 (-25.86,-1.80) *	-1.90 (-16.16,12.35)
Calidad de vida	BFR	68.75±8.84	71.43±10.74	-2.68±9.44 (-11.42,6.06)	
	Control	60.42±12.10	70.83±20.49	-10.42±15.93 (-22.66,1.83)	7.74 (-21.54,6.06)
Resultados comparativos tras el tratamiento para la Kineisofobia en la escala TSK-11					
		Media inicial	Media final	Dif. Medias (95%) intragrupo	Dif. Medias (95%) intergrupo
Escala TSK-11	BFR	22.14±5.64	19.86±4.52	2.28±2.14 (0.31,4.26) *	
	Control	23.00±6.46	21.66±6.46	1.33±4.27 (-1.95,4.62)	-0.95 (-4.76,2.85)
Resultados comparativos tras el tratamiento para el dolor en la escala END					
		Media inicial	Media final	Dif. Medias (95%) intragrupo	Dif. Medias (95%) intergrupo
General	BFR	3.54±1.94	1.57±1.27	1.97±2.99 (-0.80,4.74) **	
	Control	3.78±2.59	1.22±1.79	2.56±2.07 (0.97,4.15) *	0.58 (-2.13,3.29)
Hacer sentadilla	BFR	5.29±2.08	2.14±1.57	3.14±2.39 (0.93,5.36) *	
	Control	4.29±3.09	2.33±2.83	1.96±2.83 (-0.22,4.13)	-1.19 (-4.05,1.68)
Subir/bajar escaleras	BFR	4.43±2.83	1.20±1.42	3.23±3.52 (-0.03,6.48) *	
	Control	1.89±1.83	1.00±1.32	0.89±1.77 (-0.47,2.24)	-2.34 (-5.67,0.99)
Correr	BFR	5.00±2.58	1.43±1.27	3.57±2.70 (1.08,6.07) *	
	Control	3.39±3.10	2.33±3.20	1.06±3.03 (-1.27,3.38)	-2.52 (-5.64,0.61)
Sentado prolongadamente	BFR	5.14±2.79	3.21±1.95	1.93±3.72 (-1.52,5.37) **	
	Control	3.22±2.82	2.00±1.94	1.22±3.11 (-1.17,3.62)	-0.71 (-4.37,2.96)
Resultados comparativos tras el tratamiento para la fuerza isométrica y resistencia máxima					
		Media inicial	Media final	Dif. Medias (95%) intragrupo	Dif. Medias (95%) intergrupo
Isométrica de cuádriceps	BFR	25.99±4.95	38.18±4.31	-12.19±5.13 (-16.93,-7.44) *	
	Control	26.59±3.70	37.52±4.65	-10.93±4.64 (-14.49,-7.36) *	1.26 (-3.99,6.50)
Isométrica de glúteo medio	BFR	14.72±2.89	14.99±4.17	-0.26±4.83 (-4.73,4.21)	
	Control	14.18±2.74	15.26±1.91	-1.08±2.99 (-3.37,1.22)	-0.81 (-5.01,3.39)
RM de cuádriceps	BFR	31.50±8.27	53.62±16.95	-22.12±12.34 (-33.53,-10.71) *	
	Control	24.33±6.96	46.22±10.84	-21.89±7.25 (-27.46,-16.32) *	0.23 (-11.62,12.08)
RM de glúteo medio	BFR	11.05±3.39	14.67±1.96	-3.61±4.50 (-6.85,-0.38)	
	Control	8.47±1.99	12.74±2.45	-4.27±1.75 (-5.61,-2.92) *	-0.65 (-3.96,2.65)
Resultados comparativos tras el tratamiento para la estabilidad dinámica (Y-Balance Test)					
		Media inicial	Media final	Dif. Medias (95%) intragrupo	Dif. Medias (95%) intergrupo
Eje anteroposterior	BFR	53.50±7.58	55.95±6.89	-2.45±6.42 (-8.39,3.48)	
	Control	53.44±3.58	55.32±5.04	-1.87±5.19 (-5.86,2.11)	0.58 (-5.63,6.79)
Eje posteromedial	BFR	89.48±10.42	96.26±10.07	-6.79±2.40 (-9.01,-4.56) *	
	Control	82.74±7.98	89.59±10.08	-6.85±9.06 (-13.81,0.11)	-0.07 (-7.15,7.02)
Eje posterolateral	BFR	87.62±13.00	95.38±11.53	-7.76±7.40 (-14.61,-0.91) *	
	Control	73.31±11.13	82.91±11.35	-9.59±5.09 (-13.50,-5.68) *	-1.83 (-8.52,4.86)
Composite	BFR	83.75±8.99	89.94±7.13	-6.19±3.03 (-8.99,-3.39) *	
	Control	79.59±7.34	86.37±6.68	-6.78±5.44 (-10.96,-2.60) *	-0.59 (-5.53,4.34)

Los resultados con * tienen significación estadística p<0.05 Los resultados con ** tienen significación clínica



D. Sergio Hernández Sánchez
Dpto. Patología y Cirugía

Elche, 14 de noviembre de 2018


Por la presente, el Secretario del Órgano Evaluador de Proyectos, constata que se ha depositado, en el Vicerrectorado de Investigación e Innovación, la solicitud de evaluación del Proyecto:

Proyecto	Referencia	Tipo Proyecto	Registro
Efectos de entrenamiento muscular de cuádriceps y glúteo medio con restricción parcial del flujo sanguíneo en estudiantes con condromalacia rotuliana	DPC.SHS. 01.18	Desconocido	2018.43.E.OEP

Ha sido admitido a trámite, para su estudio por el Órgano Evaluador de Proyectos, aprobado por el Consejo de Gobierno reunido en sesión de 30 de Octubre de 2013, y se someterá a las resoluciones que dicha Comisión dictamine.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Secretario del Órgano Evaluador de Proyectos
Vicerrectorado de Investigación e Innovación
Universidad Miguel Hernández de Elche


Órgano Evaluador de Proyectos
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

BIBLIOGRAFÍA

American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand.

Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* marzo de 2009;41(3):687-708.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JJ, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health.* 83 Suppl 2:S7-11.

Bryk FF, dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 12 de mayo de 2016;24(5):1580-6.

Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med.* 1 de septiembre de 2018;52(18):1170-8.

Crossley KM, Middelkoop M Van, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: Recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med.* 2016a;.

Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med.* 2016b;.

Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history,

- patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med.* 2016c;.
- Cutbill JW, Ladly KO, Bray RC, Thorne P, Verhoef M. Anterior knee pain: a review. *Clin J Sport Med.* enero de 1997;7(1):40-5.
- Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med.* diciembre de 2017;51(23):1688-94.
- Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. Psychometric properties of the spanish version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J Pain.* 2011;
- Graham B, Breault MJ, McEwen JA, McGraw RW. Occlusion of arterial flow in the extremities at subsystolic pressures through the use of wide tourniquet cuffs. *Clin Orthop Relat Res.* enero de 1993;(286):257-61.
- Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjogaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sport.* diciembre de 2001;11(6):347-54.
- Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis.
- Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bembem MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol.* 18 de enero de 2010;108(1):147-55.
- Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, Dikme O. A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *Am J Emerg Med.* abril de 2018;36(4):707-14.
- Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bembem MG. Blood flow restriction pressure recommendations: The hormesis hypothesis. *Med Hypotheses.* 2014;
- Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *Int J Sports*

Med. 2 de enero de 2010;31(01):1-4.

Masri BA, Day B, Younger ASE, Jeyasurya J. Technique for Measuring Limb Occlusion Pressure that Facilitates Personalized Tourniquet Systems: A Randomized Trial. *J Med Biol Eng.* 2016;36(5):644-50.

Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: A reliability and validity study. *PLoS One.* 2015;

Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther.* mayo de 2009;4(2):92-9.

Roos EM, Lohmander LS. Health and Quality of Life Outcomes The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). 2003.

Segal NA, Williams GN, Davis MC, Wallace RB, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow–Restricted, Low-Load Resistance Training in Women with Risk Factors for Symptomatic Knee Osteoarthritis. *PM&R.* abril de 2015;7(4):376-84.

Seo D-I, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med.* 2012;11(2):221-5.

Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Screen HR, editor. PLoS One.* 11 de enero de 2018;13(1):e0190892.

Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol.* junio de 2000;88(6):2097-106.