

Efectos de un entrenamiento de fuerza y flexibilidad sobre el valgo de rodilla y dolor en mujeres jóvenes físicamente activas

Effects of strength and flexibility training on knee valgus and pain in adult women physically active adult women

*Sebastián Astorga Verdugo, *Soledad González Silva, *Aldo Martínez Araya, **Yeny Concha-Cisternas, ***Pablo Luna-Villouta, ****Miguel Alarcón-Rivera, *****Héctor Fuentes-Barría

*Universidad Autónoma de Chile (Chile), **Universidad Arturo Prat (Chile), ***Universidad de Concepción (Chile), ****Universidad Santo Tomás (Chile), ***** Universidad Andres Bello (Chile)

Resumen. El valgo de rodilla es una alineación medial de la articulación que afecta principalmente a las mujeres. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza y flexibilidad sobre el valgo pasivo de rodilla (VPR), valgo dinámico de rodilla (VDR) y presencia de dolor en mujeres jóvenes físicamente activas. Treinta y cuatro mujeres universitarias, con edades entre 18 y 30 años, participaron en un programa de cuatro semanas de entrenamiento, que incluyó ejercicios con bandas elásticas (Therabands®). Las mediciones incluyeron el ángulo Q para VPR, la prueba de salto con aterrizaje (LESS) para VDR y la Escala Numérica Analógica (ENA) para la presencia de dolor. En los resultados: se encontró una disminución significativa en el VPR ($p=0.0028$), tamaño del efecto ($d=0.20$), con un cambio del -2.21%. En cuanto al VDR, se observaron reducciones significativas tanto en el primer aterrizaje ($p<0.0001$, $d=0.34$, cambio del -10.06%) como en el segundo aterrizaje ($p=0.0226$, $d=0.13$, cambio del -4,37%). La presencia de dolor también disminuyó significativamente ($p=0.0019$, $d=0.89$, cambio de -38.64%). Conclusión: Los resultados sugieren que un protocolo combinado de entrenamiento de fuerza y flexibilidad de cuatro semanas puede ser efectivo para reducir el VPR, VDR y el dolor en mujeres físicamente activas.

Palabras clave: Terapia de ejercicio; ejercicio físico; articulación de la rodilla; síndrome de dolor patelofemoral; adultos jóvenes.

Abstract. Introduction: Knee valgus is a medial alignment of the joint that primarily affects women. The objective of this study was to evaluate the effects of a strength and flexibility training protocol on passive knee valgus (PKV), dynamic knee valgus (DKV), and the presence of pain in physically active young women. Thirty-four college women, aged 18-30 years, participated in a four-week training program, which included exercises with TheraBand®. The measurements included the Q-angle for PKV, the Landing Escape Test (LESS) for DKV, and the Analog Numerical Scale (ENA) for the presence of pain. The results indicated a significant decrease in PKV ($p=0.0028$), effect size ($d=0.20$), with a change of -2.21%. About DKV, significant reductions were observed at both the initial and second landings. The first landing exhibited a p-value of less than 0.0001, with a d-value of 0.34, resulting in a 10.06% change. The second landing demonstrated a p-value of 0.0226, with a d-value of 0.13, resulting in a 4.37% change. Furthermore, the presence of pain was found to decrease significantly ($p=0.0019$, $d=0.89$, -38.64% change). It can be concluded that a four-week combined strength and flexibility training protocol may be effective in reducing PKV, DKV, and pain in physically active women.

Keywords: Exercise therapy; physical exercise; knee joint; patellofemoral pain syndrome; young adults.

Fecha recepción: 03-06-24. Fecha de aceptación: 03-09-24

Miguel Alarcón-Rivera
mrivera3@santotomas.cl

Introducción

El valgo de rodilla se caracteriza por una alineación hacia el interior de la rodilla, que se identifica por una reducción del espacio entre las rodillas y un aumento de la distancia intermaleolar (Puddu, Cipolla, Cerullo, Franco, & Giannì, 2009; Samaei, Bakhtiary, Elham, & Rezasoltani, 2012; Wilczyński, Zorena, & Ślęzak, 2020). Esta condición afecta a diversos grupos de población, con una mayor incidencia en el género femenino (Ford, Myer, & Hewett, 2003; Khasawneh, Allouh, & Abu-El-Rub, 2019; Russell, Palmieri, Zinder, & Ingersoll, 2006; Samaei et al., 2012). El valgo pasivo de rodilla (VPR) puede cuantificarse mediante el ángulo Q, que representa la fuerza resultante ejercida por los músculos cuádriceps y los tendones rotulianos sobre la rótula de forma pasiva (Samaei et al., 2012; Skouras et al., 2022). Se ha evidenciado que un incremento en este ángulo constituye un factor de riesgo en mujeres para diversos trastornos en extremidades inferiores, tales como lesiones en ligamento cruzado anterior (LCA), esguinces en rodilla y tobillo, artroplastias y presencia de dolor patelofemoral (Hewett et al., 2005; Madsueño, De Hoyo Lora, Boza, Cortés, & Corrales, 2014;

Numata et al., 2017).

El valgo de rodilla se presenta también en acciones dinámicas, comúnmente llamado valgo dinámico de rodilla (VDR). Cuando el VDR está presente, la flexión de rodilla viene acompañada con una aducción y rotación interna de cadera, lo que facilita la desviación anormal de la rodilla hacia medial (Wilczyński et al., 2020). El VDR incide principalmente en población adulta, con una prevalencia del 23% aproximadamente (Fick, Jiménez-Silva, Sheehan & Grant, 2022). Asimismo, la aparición del VDR se considera multifactorial y por lo tanto, trae consigo una disminución de la fuerza muscular y control motor de la cadera, aumento de la anteversión y torsión medial del fémur y una amplitud de cadera (Flores-León, Leyton, Martínez, Salazar & Berral de la Rosa, (2022). Debido a sus características anatómicas, la población femenina tiende a presentar una mayor prevalencia de los riesgos de lesión anteriormente descritos (Larwa, Stoy, Chafetz, Boniello, & Franklin, 2021).

Una de las consecuencias que presentan el VPR y VDR, es la presencia de dolor patelofemoral. Esta condición es causada por un desequilibrio en las fuerzas que controlan el movimiento que realiza la patela en la articulación de la rodilla

(Dixit, Difiori, Burton, & Mines, 2007). Investigaciones previas han declarado que las personas que presentan dolor patelofemoral, tienen un mayor ángulo Q basal y un VDR más elevado en comparación a personas que con ausencia de dolor (Ghulam, 2021; Gwynne & Curran, 2018; Silva et al., 2015).

Una forma eficiente de mejorar el VDR y la presencia de dolor patelofemoral es el entrenamiento físico, específicamente el entrenamiento de fuerza (Collins et al., 2018; Mohammadi et al., 2024). Se ha demostrado que protocolos de cuatro a seis semanas de intervención, son eficaces en disminuir el ángulo Q, VDR y presencia de dolor patelofemoral en todo el ciclo vital (Bahadori et al., 2020; Ismail, Gamaleldein, & Hassa, 2013). Además, complementariamente a los ejercicios de fuerza, los protocolos de flexibilidad han demostrado mejorar la VDR y la sintomatología del dolor patelofemoral (Bell, Oates, Clark, & Padua, 2013; Ferber, Bolgla, Earl-Boehm, Emery, & Hamstra-Wright, 2015; Peeler & Anderson, 2007). Generalmente, la utilización de implementos de gimnasio son los más utilizados como medio de entrenamiento de fuerza. Adicionalmente, la utilización de bandas elásticas son una herramienta útil y de bajo costo como medio de entrenamiento tanto en personas activas y sedentarias (Forman, Alizadeh, Button, & Holmes, 2023).

No obstante, la evidencia científica es escasa en protocolos que combinan entrenamiento de fuerza y flexibilidad para mejorar el VPR, VDR y presencia de dolor en mujeres jóvenes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza y flexibilidad sobre el valgo de rodilla, valgo dinámico de rodilla y presencia de dolor en mujeres jóvenes físicamente activas.

Material y Métodos

El diseño de este estudio fue pre-experimental. La selección de los participantes fue realizada de manera no probabilística por conveniencia. Todos los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado aprobado por la universidad Autónoma de Chile, sede Talca (N° proyecto 25-22) y los procedimientos siguieron los criterios éticos de la declaración de Helsinki para las investigaciones en seres humanos.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por treinta y cuatro mujeres universitarias (Edad = $21,8 \pm 2,6$ años) de la ciudad de Talca, Chile. Se realizó un formulario de *Google Forms* para la invitación a participar en la investigación. Dentro de los criterios de elegibilidad, los participantes debieron cumplir con: a) Ser físicamente activa por medio del cumplimiento de 150 minutos de actividad física de baja a media intensidad o 90 minutos de actividad vigorosa a la semana (Organización panamericana de salud, 2012); b) edad entre 18 a 30 años; c) Valgo de rodilla $>14^\circ$; d) Dolor en la escala de evaluación analógica <6 .

Se excluyeron a las participantes que: a) Reportan afecciones cardiacas; b) Hayan declarado algún tipo de discapacidad mental; c) Estar en presencia de una discapacidad física que limitará la participación en el programa de entrenamiento.

Instrumentos

Ángulo Q

Para valorar el VPR, cada participante fue sometido a una medición del ángulo Q utilizando un goniómetro marca BASELINE®. Para llevar a cabo esta medición, se indicaba a la persona que se recostara sobre una camilla. Luego, se trazó una línea con un trozo de lana desde la Espina Iliaca Anterosuperior hasta el punto medio de la patela, y luego hacia la tuberosidad de la tibia. Luego, se posicionó el fulcro del goniómetro en el punto medio de la patela, y los brazos del instrumento se dirigían hacia la espina iliaca anterosuperior y la tuberosidad de la tibia (Santos, Oliveira, Silveira, Carvalho, & Oliveira, 2011).

Prueba de LESS

La prueba de evaluación de salto con aterrizaje (LESS, por sus siglas en inglés), se utilizó para evaluar el VDR. Esta es una herramienta válida, confiable y económica destinada a evaluar la biomecánica del aterrizaje durante un salto (Padua et al., 2009). Para llevar a cabo esta prueba, se requiere un cajón de 30 cm de altura, dos trípodes y dos cámaras. Estas cámaras deben colocarse a una distancia aproximada de 345 cm del cajón, una ubicada lateralmente y la otra frontalmente. Durante la ejecución de la prueba, se instruye a la participante a subir al cajón y realizar un salto horizontal mientras es grabada por ambas cámaras. Posteriormente, al aterrizar, se le solicita que realice un salto vertical tan alto como sea posible de manera inmediata. Estos dos movimientos se denominan primer y segundo aterrizaje, respectivamente (Padua et al., 2009). Cuando el registro se encuentra completo, se utilizó el programa KINOVEA®, donde se delimitaron los siguientes puntos anatómicos por medio marcadores reflectantes en las siguientes zonas articulares: En el tobillo se ubicó el maleolo lateral, en rodilla se localizó el epicóndilo lateral del fémur y en cadera se marcó el trocánter mayor del fémur de cada participante y el programa generó el ángulo mientras sigue el movimiento durante el video, de esta manera se puede registrar el Valgo Dinámico del primer y segundo aterrizaje del salto (Powers, 2010).

Escala numérica analógica de dolor

Para medir la presencia de dolor patelofemoral, se utilizó la Escala Numérica Analógica (ENA) de dolor. Esta es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la intensidad del dolor en una escala del 0 al 10, donde 0 representa "sin dolor" y 10 "dolor máximo insoportable". Esta escala de característica subjetiva puede ser cuantificable del dolor, además de ser válida y confiable (Ferreira-Valente, Pais-Ribeiro, & Jensen, 2011). Lo que la hace útil en la evaluación y seguimiento del dolor patelofemoral.

Plan de intervención

El grupo realizó un programa de entrenamiento de fuerza y flexibilidad durante cuatro semanas, supervisado por dos investigadores capacitados previamente y con experiencia en programas de entrenamiento de este tipo. La frecuencia de entrenamiento fue de tres veces por semana en días alternos (lunes-miércoles-viernes). El programa de fuerza incluyó ejercicios para miembros inferiores como extensión de rodilla, abducción de cadera y extensión de cadera con un volumen de entrenamiento de tres series de 10 a 12 repeticiones por ejercicio y con 90 segundos de descanso entre series. La intensidad de los ejercicios fue establecida en un rango de 6 a 7 valorada por la escala de borg modificada. La cual, el sujeto calificó su esfuerzo de 1 (nulo) a 10 (máximo) durante cada serie (Borg, 1982). La sobrecarga fue realizada por medio de una banda elástica marca Theraband®, la cual fue ajustada individualmente para cumplir la percepción del esfuerzo asignada a cada participante.

Después del plan de entrenamiento de fuerza, se implementó la intervención con ejercicios de flexibilidad pasiva. Se realizaron tres series de 10 a 15 segundos cada una. Los ejercicios incluidos fueron los siguientes: primero, el estiramiento pasivo de la musculatura isquiotibial. En este ejercicio, el individuo se colocó en posición de decúbito supino, llevó la rodilla hacia la zona torácica y mantuvo la posición. El segundo ejercicio fue el estiramiento de cuádriceps unipodal. En posición bípeda, el individuo sostuvo el dorso del pie y lo llevó hacia el glúteo, realizando el estiramiento pasivo. A continuación, se realizó el estiramiento de cuádriceps en decúbito lateral. El paciente, en posición de decúbito lateral, tomó el dorso del pie y lo llevó hacia el glúteo, abduciendo levemente el segmento. Por último, se llevó a cabo un estiramiento pasivo de la musculatura glútea. En este ejercicio, el individuo, en posición supina, colocó un pie sobre la rodilla contraria y elevó la pierna a 90° con el pie encima. Para todos los ejercicios de flexibilidad, se les indicó a los participantes que realizaran el estiramiento hasta sentir una molestia leve. En ese momento, se comenzaba a medir el tiempo de estiramiento.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software Graphpad prism (versión 8.0). Para la estadística descriptiva, se utilizó los valores de mínimo, máximo, media y desviación estándar para describir todas variables de la muestra. Además, la normalidad de los datos fue determinada por medio de la prueba Shapiro wilk. Para la estadística inferencial, se aplicó la prueba T de *student* para muestras relacionadas para comparar las variables dependientes previo y posterior a la intervención. Por último, se calculó el porcentaje de cambio y se determinó el tamaño del efecto (TE) mediante la *d* de Cohen considerando un efecto pequeño

(0.20 – 0.49), moderado (0.50 – 0.79) o fuerte (≥ 0.80). Se estableció un valor estadístico significativo de <0.05 para todos los análisis.

Resultados

En la tabla 1 se exponen las características generales de la muestra como valores mínimos, máximos, media y desviación estándar.

Tabla 1.

Características de la muestra

	Min	Max	Media	DE
Edad (años)	18	28	21.82	2.57
Talla (cm)	146	176	161.38	7.29
Peso (kg)	45	110	66.61	14.65
IMC (kg/m ²)	18.2	38.1	25.59	4.78

IMC: Índice de masa corporal; DE: Desviación estándar

En la tabla 2 pueden ser visualizados los cambios previo y posterior al plan de intervención de cuatro semanas de fuerza y flexibilidad en valores de media, desviación estándar, % de cambio y tamaño del efecto, según detalle para cada variable del estudio.

Se obtuvo una disminución estadísticamente significativa (figura 1a) en los grados del VPR mediante el ángulo Q ($p=0.0028$), con un TE pequeño ($d=0.20$) y un porcentaje de cambio del 2.21%.

También se observó una disminución estadísticamente significativa (figura 1b) de la VDR en primer aterrizaje (VDR1) ($p<0.0001$) con un TE pequeño ($d=0.34$) y un porcentaje de cambio del 10.06%. Similar resultado fue obtenido en el VDR en segundo aterrizaje (VDR2) (figura 1c), con una disminución estadísticamente significativa ($p=0.0226$), con un TE pequeño ($d=0.13$) y un porcentaje de cambio del 4.37% en la prueba de LESS.

Por último, en la presencia de dolor (figura 1d) posterior a cuatro semanas de entrenamiento de fuerza y flexibilidad, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0019$) con un TE fuerte ($d=0.89$) y una disminución del 38.64% en la prueba de ENA. Estos resultados pueden observarse gráficamente en la figura 1.

Tabla 2.

Comparación de las variables estudiadas antes y después del plan de entrenamiento de fuerza y flexibilidad de cuatro semanas.

Variable	Pre	Post	Valor <i>p</i>	TE (<i>d</i>)	% de cambio
Ángulo Q (grados)	18.10 ± 2.05	17.70 ± 1.86	0.0028*	0.20	-2.21
VDR 1 (grados)	12.33 ± 3.63	11.09 ± 3.56	0.0001*	0.34	-10.06
VDR 2 (grados)	10.08 ± 3.35	9.64 ± 3.35	0.0226*	0.13	-4.37
ENA	1.76 ± 0.69	1.08 ± 0.83	0.0019*	0.89	-38.64

VDR: Valgo dinámico de rodilla; ENA: Escala numérica analógica de dolor; DE: Desviación estándar; TE: Tamaño del efecto. *: $p < 0.05$.

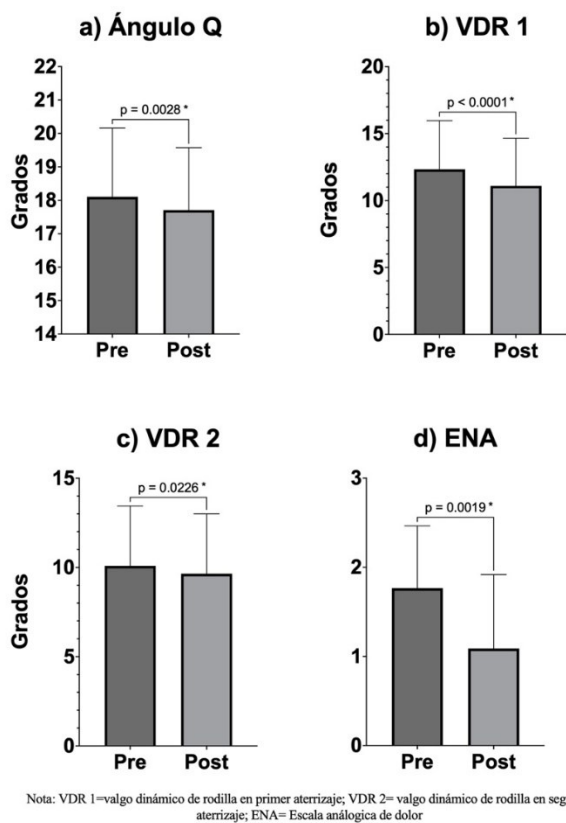


Figura 1. Variables estudiadas antes y después del plan de entrenamiento de fuerza y flexibilidad de cuatro semanas (* diferencia significativa entre pre y post plan de entrenamiento $p < 0.05$)

Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza y flexibilidad sobre el valgo pasivo de rodilla, valgo dinámico de rodilla y presencia de dolor en mujeres jóvenes físicamente activas. En los resultados se encontró una disminución significativa en el VPR ($p=0.0028$), TE pequeño ($d=0.20$), con un cambio del -2.21%. En cuanto al VDR, se observaron reducciones significativas tanto en el primer aterrizaje ($p<0.0001$), TE moderado ($d=0.34$, cambio del -10.06%) como en el segundo aterrizaje ($p=0.0226$), TE pequeño ($d=0.13$, cambio del -4.37%). La presencia de dolor también disminuyó significativamente ($p=0.0019$), TE fuerte ($d=0.89$, cambio de -38.64%).

Los resultados de nuestro estudio indicaron que el valgo pasivo de rodilla disminuyó un 2.21% luego de ser sometidos al plan de entrenamiento de fuerza y flexibilidad. Similares resultados fueron reportados por un estudio previo, el cual posterior a 8 semanas de entrenamiento de fuerza con bandas elásticas, el ángulo Q disminuyó un 14.09% (Lee, Lee, & Lee, 2014). En esta misma línea, la investigación de Bahadori et al. (2020), observaron que tras 8 semanas de entrenamiento de fuerza tradicional, obtuvieron cambios estadísticamente significativos ($p=0.001$) en el ángulo Q en población femenina joven con un cambio del 24.7%. Las diferencias entre los cambios reportados por estudios previos y los encontrados en nuestra investigación puede atribuirse a que el estudio de Bahadori et al. (2020), fue de 8

semanas. Lo que representa el doble de tiempo de intervención con respecto a nuestra propuesta. Asimismo, en esta investigación, el volumen de entrenamiento fue aumentando cada dos semanas. En cambio, nuestro estudio mantuvo el volumen de entrenamiento constante a lo largo de las 4 semanas. Estas diferencias permiten hipotetizar que un tiempo de trabajo más extenso junto con la manipulación progresiva del volumen de trabajo suponen mejores resultados en esta variable. Asimismo, el ángulo Q es considerado un predictor de riesgo en lesiones de rodilla y problemas en extremidades inferiores. Se ha descrito que el ángulo Q en mujeres debe ser $<20^\circ$ (Cilengir et al., 2021). Debido a las características morfológicas de las mujeres, este es ligeramente mayor en comparación a los varones por lo cual, este criterio debe ser considerado en la evaluación de esta variable (Ilahi & Kohl, 1998).

Con respecto al VDR, en nuestra investigación se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de LESS en ambos aterrizajes, con un cambio post intervención del 10% en el VDR 1 y 4.37% en el VDR 2 respectivamente. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que han demostrado que programas de entrenamiento de fuerza y flexibilidad reducen el VDR en población joven y deportista (Bell et al., 2013; Wilczyński, Wąż, & Zorena, 2021). Específicamente, la investigación de Bell et al. (2013), declaran que el desplazamiento medial de la rodilla mediante un ejercicio de sentadilla, se reduce un 50% ($p=0.02$) posterior a 10 sesiones de entrenamiento de fuerza y flexibilidad en población joven. Asimismo, el estudio de Araújo, Souza, Carvalhais, Cruz, & Fonseca, (2017), indican que un plan de fortalecimiento de la musculatura de cadera y la zona media (*core*) en mujeres, mejora significativamente ($p<0.05$) el VDR en una prueba de triple flexión de miembro inferior. En nuestro estudio, la población también eran mujeres físicamente activas por lo que, programas de entrenamiento que tengan como objetivo reducir la VDR, podrían disminuir el riesgo de dolor patelofemoral y posibles lesiones de LCA (Sahabuddin, Jamaludin, Amir, & Shaharudin, 2021).

En la literatura, se ha observado que el dolor patelofemoral es más prevalente en mujeres que en hombres, además de manifestarse a una edad más temprana (Boling et al., 2010; Witvrouw et al., 2014). Los factores biomecánicos pueden influir negativamente en esta condición, ya que, las mujeres tienden a tener una mayor inclinación pélvica y una menor actividad muscular (Csintalan, Schulz, Woo, McMahon, & Lee, 2002). Junto con ello, se ha reportado que el entrenamiento de la musculatura de cadera y core contribuyen de igual forma que el entrenamiento de flexibilidad a la reducción del dolor patelofemoral ($p<0.01$) en mujeres deportistas recreacionales posterior a un plan de entrenamiento de ocho semanas (Baldon, Serrão, Scattone Silva, & Piva, 2014). No obstante, en la comparación entre protocolos de este estudio, se observaron diferencias a favor del grupo que entrenaba con ejercicios de control motor ($p=0.06$) al concluir la intervención y posterior a tres meses de concluido el protocolo ($p=0.04$). Resultados similares

fueron reportados en un estudio que evaluó la eficacia de diferentes programas de fortalecimiento aislado de musculatura y estiramientos de miembro inferior, en el cual se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) para los grupos de fortalecimiento y estiramiento posterior a ocho semanas de intervención (Saad et al., 2018). Sin embargo, al comparar la diferencias entre grupos, no se encontraron diferencias significativas excepto con el grupo control. En nuestra investigación, el grupo realizó un entrenamiento combinado de ejercicios de fuerza y flexibilidad, por lo tanto, se puede hipotetizar que la realización de ambos protocolos podrían ser más efectivos que realizarlos de forma aislada. Nuestros resultados reafirman lo expuesto por la investigación de (Ismail et al., 2013), el cual reportaron que posterior a seis semanas de entrenamiento con ejercicios de fuerza de cadena cerrada con the-raband, la prevalencia de dolor disminuyó significativamente ($p = 0.01$). La inclusión de ejercicios de flexibilidad para la sintomatología del dolor patelofemoral, contribuye en la mejora del rango articular de miembros inferiores y la función de la biomecánica de la rodilla (Tyler, Nicholas, Mullaney, & McHugh, 2006), junto con elevar el umbral de tolerancia al dolor por medio de la modulación endógena del dolor (Støve, Hirata, & Palsson, 2021).

Una de las limitaciones del presente estudio es la selección no probabilística de los participantes, junto con el tamaño reducido de la muestra ($n = 34$). Además, la ausencia de un grupo control impide atribuir de manera categórica los hallazgos al protocolo de entrenamiento de fuerza y flexibilidad, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela. Sin embargo, el uso de instrumentos relativamente simples y económicos, junto con la aplicación de pruebas validadas y fiables respaldan la validez de los resultados obtenidos.

Conclusiones

El entrenamiento de fuerza y flexibilidad realizado por 4 semanas reduce el VPR, VDR y presencia de dolor en mujeres jóvenes físicamente activas. El uso de bandas elásticas como herramienta de entrenamiento es útil y efectivo, además es una opción de bajo costo y fácilmente transportables. Futuras investigaciones deben incluir grupos aleatorizados que comparen entrenamientos de fuerza, flexibilidad y ejercicios combinados, además de considerar intervenciones de mayor duración para obtener resultados más consistentes.

Referencias

- Araújo, V. L., Souza, T. R., Carvalhais, V. O. do C., Cruz, A. C., & Fonseca, S. T. (2017). Effects of hip and trunk muscle strengthening on hip function and lower limb kinematics during step-down task. *Clinical Biomechanics*, 44, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.02.012>
- Bahadori, S., Fatahi, H., & Ahmadpoor, M. (2020). The Effect of TheraBand Training on the Q Angle and Distance of Ankle Medial Malleolus in Individuals With Genu Valgum Deformity. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, 10(3), 117-126. <https://doi.org/10.32598/ptj.10.3.304.3>
- Baldon, R. de M., Serrão, F. V., Scatone Silva, R., & Piva, S. R. (2014). Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 44(4), 240–251, A1–A8. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>
- Bell, D. R., Oates, D. C., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2013). Two- and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 442–449. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.16>
- Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., & Beutler, A. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(5), 725–730. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893>
- Cilengir, A. H., Cetinoglu, Y. K., Kazimoglu, C., Gelal, M. F., Mete, B. D., Elmali, F., & Tosun, O. (2021). The relationship between patellar tilt and quadriceps patellar tendon angle with anatomical variations and pathologies of the knee joint. *European Journal of Radiology*, 139, 109719. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109719>
- Csintalan, R. P., Schulz, M. M., Woo, J., McMahan, P. J., & Lee, T. Q. (2002). Gender Differences in Patellofemoral Joint Biomechanics. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 402, 260. Retrieved from https://journals.lww.com/clinorthop/abstract/2002/09000/gender_differences_in_patellofemoral_joint.26.aspx
- Collins, N., Barton, C., Middelkoop, M., Callaghan, M., Rathleff, M., Vicenzino, B., Davis, I., Powers, C., Macri, E., Hart, H., Silva, D., & Crossley, K. (2018). 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. *British Journal of Sports Medicine*, 52, 1170 - 1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>
- Dixit, S., Difiori, J. P., Burton, M., & Mines, B. (2007). Management of Patellofemoral Pain Syndrome. *American Family Physician*, 75(2), 194–202. Retrieved from <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2007/0115/p194.pdf>
- Ferber, R., Bolgla, L., Earl-Boehm, J. E., Emery, C., & Hamstra-Wright, K. (2015). Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter randomized controlled trial. *Journal of Athletic Training*, 50(4), 366–377. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.70>
- Ferreira-Valente, M. A., Pais-Ribeiro, J. L., & Jensen, M. P. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*, 152(10), 2399. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.07.005>
- Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus Knee Motion during Landing in High School Female and Male Basketball Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(10), 1745. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9>
- Forman, D. A., Alizadeh, S., Button, D. C., & Holmes, M. W.

- (2023). The Use of Elastic Resistance Bands to Reduce Dynamic Knee Valgus in Squat-Based Movements: A Narrative Review. *International journal of sports physical therapy*, 18(5), 1206–1217. <https://doi.org/10.26603/001c.87764>
- Flores-Leon, A. F., Leyton Quezada, V. C., Martínez Hernández, M. J., Salazar Reinoso, D. A., & Berral de la Rosa, F. J. (2022). Efecto de la modificación del rango de movimiento del tobillo sobre el índice de valgo dinámico durante una sentadilla monopodal, en jugadoras de fútbol (Effect of ankle range of motion modification on dynamic valgus index during a monopodal squat in fema. *Retos*, 44, 952–959. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91454>
- Ghulam, H. S. (2021). Effect of knee Valgus angle during single leg squat and horizontal hop for distance in patients with patellofemoral pain and controls. *International Journal of Clinical Medicine*, 12(06), 261–271. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2021.126023>
- Gwynne, C. R., & Curran, S. A. (2018). Two-dimensional frontal plane projection angle can identify subgroups of patellofemoral pain patients who demonstrate dynamic knee valgus. *Clinical Biomechanics*, 58, 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.06.021>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr, Colosimo, A. J., McLean, S. G., ... Succop, P. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Ilahi, O. A., & Kohl, H. W., Iii. (1998). Lower Extremity Morphology and Alignment and Risk of Overuse Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 8(1), 38. Retrieved from https://journals.lww.com/cjsportsmed/abstract/1998/01000/lower_extremity_morphology_and_alignment_and_risk.9.aspx
- Ismail, M. M., Gamaleldein, M. H., & Hassa, K. A. (2013). Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(5), 687–698. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23820880>
- Khasawneh, R. R., Allouh, M. Z., & Abu-El-Rub, E. (2019). Measurement of the quadriceps (Q) angle with respect to various body parameters in young Arab population. *PLoS One*, 14(6), e0218387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218387>
- Larwa, J., Stoy, C., Chafetz, R. S., Boniello, M., & Franklin, C. (2021). Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3826. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073826>
- Lee, J., Lee, H., & Lee, W. (2014). Effect of Weight-bearing Therapeutic Exercise on the Q-angle and Muscle Activity Onset Times of Elite Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(7), 989–992. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.989>
- Madueño, A. F., De Hoyo Lora, M., Boza, S. R., Cortés, J. M., & Corrales, B. S. (2014). Varo y valgo de rodilla en cambios de dirección como factor de riesgo de lesión (Knee varus and valgus in sidcutting as injury risk factor). *Retos*, 26, 176–177. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i26.34462>
- Mohammadi Nia Samakosh, H., Oliveira, R., Shahabi, S., Sarvarifar, B., Moddares Gorji, S., Amirkhanloo, A., Badicu, G., Hilal Yagin, F., & F. Alghannam, A. (2024). Efectos del entrenamiento de alta intensidad y la estimulación eléctrica sobre el dolor, la discapacidad, la cinemática de la rodilla y el rendimiento en el dolor femorrotuliano: un ensayo controlado aleatorio (Effects of High-intensity Training and Electrical Stimulation on Pain, Disability, Knee Kinematic and Performance in Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial). *Retos*, 55, 978–991. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.105913>
- Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y., ... Tsuchiya, H. (2017). Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 26(2), 442–447. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4681-9>
- Organización Panamericana de la Salud. (9 de mayo de 2012). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. <https://www.paho.org/es/noticias/9-5-2012-recomendaciones-mundiales-sobre-actividad-fisica-para-salud>
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., Jr, & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) Is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996–2002. <https://doi.org/10.1177/0363546509343200>
- Peeler, J., & Anderson, J. E. (2007). Effectiveness of static quadriceps stretching in individuals with patellofemoral joint pain. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 17(4), 234–241. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3180f60afc>
- Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Puddu, G., Cipolla, M., Cerullo, G., Franco, V., & Gianni, E. (2009). Which osteotomy for a valgus knee? *International Orthopaedics*, 34(2), 239–247. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0820-3>
- Russell, K. A., Palmieri, R. M., Zinder, S. M., & Ingersoll, C. D. (2006). Sex differences in valgus knee angle during a single-leg drop jump. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 166–171. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16791301>
- Saad, M. C., Vasconcelos, R. A. de, Mancinelli, L. V. de O., Munno, M. S. de B., Liporaci, R. F., & Grossi, D. B. (2018). Is hip strengthening the best treatment option for females with patellofemoral pain? A randomized controlled trial of three different types of exercises. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(5), 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.03.009>
- Sahabuddin, F. N. A., Jamaludin, N. I., Amir, N. H., & Shaharudin, S. (2021). The effects of hip- and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. *PeerJ*, 9, e11731. <https://doi.org/10.7717/peerj.11731>
- Samaei, A., Bakhtiary, A. H., Elham, F., & Rezasoltani, A. (2012). Effects of genu varum deformity on postural stability. *International Journal of Sports Medicine*, 33(6), 469–473.

- <https://doi.org/10.1055/s-0031-1301331>
- Santos, J. D. M. dos, Oliveira, M. A. de, Silveira, N. J. F. da, Carvalho, S. de S., & Oliveira, A. G. (2011). Confiabilidade inter e intraexaminadores nas mensurações angulares por fotogrametria digital e goniometria. *Fisioterapia em Movimento*, 24(3), 389–400. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300003>
- Silva, D. de O., Briani, R. V., Pazzinato, M. F., Gonçalves, A. V., Ferrari, D., Aragão, F. A., & de Azevedo, F. M. (2015). Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? *Clinical Biomechanics*, 30(10), 1083–1087. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.09.002>
- Skouras, A. Z., Kanellopoulos, A. K., Stasi, S., Triantafyllou, A., Koulouvaris, P., Papagiannis, G., & Papathanasiou, G. (2022). Clinical Significance of the Static and Dynamic Q-angle. *Cureus*, 14(5), e24911. <https://doi.org/10.7759/cureus.24911>
- Stove, M. P., Hirata, R. P., & Palsson, T. S. (2021). The tolerance to stretch is linked with endogenous modulation of pain. *Scandinavian Journal of Pain*, 21(2), 355–363. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2020-0010>
- Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Mullaney, M. J., & McHugh, M. P. (2006). The Role of Hip Muscle Function in the Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546505281808>
- Wilczyński, B., Wąż, P., & Zorena, K. (2021). Impact of Three Strengthening Exercises on Dynamic Knee Valgus and Balance with Poor Knee Control among Young Football Players: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare Papers*, 9(5), 558. <https://doi.org/10.3390/healthcare9050558>
- Wilczyński, B., Zorena, K., & Ślęzak, D. (2020). Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8208. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218208>
- Witvrouw, E., Callaghan, M. J., Stefanik, J. J., Noehren, B., Bazzett-Jones, D. M., Willson, J. D., ... Crossley, K. M. (2014). Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *British Journal of Sports Medicine*, 48(6), 411–414. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093450>
- Fick, C. N., Jiménez-Silva, R., Sheehan, F. T., & Grant, C. (2022). Patellofemoral kinematics in patellofemoral pain syndrome: The influence of demographic factors. *Journal of biomechanics*, 130, 110819. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110819>

Datos de los/as autores/as:

Sebastián Astorga Verdugo	sastorgav@uautonoma.cl	Autor/a
Soledad González silva	cklasrastras@gmail.com	Autor/a
Aldo Martínez Araya	amartineza@uautonoma.cl	Autor/a
Yeny Concha-Cisternas	yenyf.concha@gmail.com	Autor/a
Pablo Luna-Villouta	pabloluna@udec.cl	Autor/a
Miguel Alarcón-Rivera	mrivera3@santotomas.cl	Autor/a
Héctor Fuentes-Barría	hectorfuentesbarria@gmail.com	Autor/a