

Rodríguez Galán, M.; Berral de la Rosa, F.J. (2021) Lumbar Hyperlordosis Prevention and Its Associated Pathologies in Rhythmic Gymnastics. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 21 (84) pp. 747-761.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artprevencion1278.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artprevencion1278.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.84.008>

ORIGINAL

PREVENCIÓN DE HIPERLORDOSIS LUMBAR Y PATOLOGÍAS ASOCIADAS EN GIMNASTAS DE GIMNASIA RÍTMICA

LUMBAR HYPERLORDOSIS PREVENTION AND ITS ASSOCIATED PATHOLOGIES IN RHYTHMIC GYMNASTICS

Rodríguez Galán, M.¹ y Berral de la Rosa, F.J.²

¹ Graduada en Ciencias del Deporte INEF (UPM), Máster en Actividad Física y Salud (UPO). Departamento de Deporte e Informática. Universidad Pablo Olavide. Sevilla (España) mnica.rg@hotmail.com

² Catedrático de Universidad. Departamento de Deporte e Informática. Universidad Pablo Olavide. Sevilla (España) fjberde@upo.es

AGRADECIMIENTOS: Los autores desean agradecer el esfuerzo y el interés mostrado por las jóvenes gimnastas y sus entrenadores en la realización de este estudio.

Código UNESCO / UNESCO Code: 3212 Salud Pública / Public Health

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 17.

Otras: Actividad Física y Salud / Others: Physical Activity and Health

Recibido 25 de julio de 2019 **Received** July 25, 2019

Aceptado 20 de octubre de 2019 **Accepted** October 20, 2019

RESUMEN

Se analizó el efecto de un programa de flexibilización y fortalecimiento muscular de 12 semanas de duración para prevenir la Hiperlordosis Lumbar (HLL) y sus patologías asociadas: el dolor lumbar (LBP) en un grupo de 30 jóvenes gimnastas de Gimnasia Rítmica (GR) ($8,37 \pm 1,81$ años) de nivel no élite. El grupo control continuó con su entrenamiento habitual de GR. La curva lumbar fue evaluada mediante el Test de Flechas Sagitales antes y después de la intervención. Asimismo, se entrevistó a las gimnastas sobre su incidencia de LBP. Tras la intervención, la curva lumbar se redujo significativamente ($p < 0,05$) y la incidencia de LBP disminuyó en un 33,3%. No se encontró relación entre el nivel de HLL y la incidencia de LBP. El Tamaño del Efecto (TE) del programa aplicado resultó ser de magnitud pequeña. Se anima a seguir aplicando este tipo de iniciativas en el entrenamiento de GR.

PALABRAS CLAVE: gimnasia, postura, dolor lumbar, ejercicio físico, intervención

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of a 12 weeks program based on stretching and muscle strengthening in a group of 30 non-elite, young Rhythmic Gymnastics (RG) gymnasts (8.37 ± 1.81 years). Thus, to prevent Lumbar Hyperlordosis and its associated pathologies: Low Back Pain (LBP). Control group continued with their regular RG training. Lordosis curve was assessed through the Sagittal Arrows Test before and after intervention. In the same way, gymnasts were interviewed about their LBP incidence. Lordosis curve reduced significantly after intervention ($p < 0.05$) and LBP incidence decreased a 33.3%. A relationship between lordosis curve level and LBP incidence was not found. Program's effect size was small. We encourage to keep going applying this kind of initiatives in RG training.

KEY WORDS: gymnastics, posture, lordosis, low back pain, exercise therapy

INTRODUCCIÓN

Cualquier gesto deportivo requiere de una determinada amplitud de movimiento (ADM) para poder ser ejecutado correctamente (Moras, 2002). Esta ADM será mayor o menor dependiendo de la modalidad deportiva de que se trate. Los deportes gimnásticos representan las principales disciplinas deportivas donde la exigencia de ADM es muy elevada (Mahdavia, Rezasoltani y Simorgh; 2017; Piazza et al., 2009; Rodríguez y Gómez-Landero, 2017; Volpi da Silva et al., 2008). En este tipo de deportes, la columna vertebral es uno de los complejos osteo-articulares más implicados en los movimientos técnicos y, en lo que respecta a sus movimientos, éstos son llevados a sus límites articulares máximos, especialmente en la Gimnasia Rítmica (GR) (Conesa y Martínez-Gallego, 2015, 2017; Piazza et al., 2009; Rodríguez y Gómez-Landero, 2017; Rodríguez, Villacieros y Ferro, 2013; Volpi da Silva et al., 2008). No obstante, Holt, Pelham y Holt (2008) indican que superar el rango de movimiento de una determinada articulación puede conllevar patologías. Estas patologías se traducen en desequilibrios en el tono muscular, los cuales provocarán cambios en la postura corporal (Cantó y Jiménez, 1998; Kendall, Kendall y Geise, 2007).

Diversos estudios afirman que la forma de las curvas sagitales del raquis puede ser modificada por el deporte mediante un proceso de adaptación causado por las propias exigencias técnicas deportivas (Grabara, 2014; López-Miñarro, Alacid y Rodríguez-García, 2010; Mahdavia et al., 2017; Rocco y Campos, 2012). Este hecho se acentúa aún más si se trata de una columna vertebral inmadura como la que presentan los niños, pues ésta aún se encuentra en pleno proceso de desarrollo (López-Miñarro et al., 2010; Rocco y Campos, 2012; Vidal-Conti, Borràs y Palou, 2014; Wojtys et al., 2000).

Dado que el deporte puede producir adaptaciones posturales, varios estudios analizan cómo es la postura de las gimnastas de GR y cuáles son las principales alteraciones del raquis que presentan (Ambegaongkar et al., 2014; Kums et al., 2007; Radas y Trost, 2011; Rocco y Campos, 2012; Volpi da Silva et al., 2008). De ellos se concluye que la Hiperlordosis Lumbar (HLL) es la alteración postural en el plano sagital más característica de este tipo de gimnastas. La HLL en GR surge a consecuencia de las propias exigencias técnicas de esta modalidad deportiva (Conesa y Martínez-Gallego, 2015, 2017; Sabeti et al., 2015; Volpi da Silva et al., 2008). Siguiendo a varios autores, las exigencias técnicas de la GR se caracterizan por programas de entrenamiento intensos y repetidos (Volpi da Silva et al., 2008), que suelen comenzar desde una edad temprana (5-6 años) (Rocco y Campos, 2012; Sabeti et al., 2015), donde se emplean cargas asimétricas (Radas y Trost, 2011) y donde existe una falta de multilateralidad en el trabajo corporal (Conesa y Martínez-Gallego, 2015, 2017). A todo ello se le suma el uso reiterado de movimientos articulares extremos tanto en condiciones de entrenamiento como de competición: hiperflexiones e hiperextensiones de la columna lumbar, caminar de puntillas (o en relevé) y la ejecución de saltos de gran amplitud articular de caderas (Rodríguez et al., 2013; Sabeti et al., 2015).

Las desviaciones lumbares están relacionadas con un aumento de patologías y lesiones en esta región (Ambegaongkar et al., 2014). La GR puede ser incluida en la lista de modalidades deportivas que promueven un alto riesgo de lesiones lumbares puesto que la HLL característica en estos deportistas puede llevar asociada la aparición de una serie de patologías, como el dolor lumbar, también conocido en la literatura inglesa como "*low back pain*" (LBP) (Cupisti et al., 2004; Hutchinson, 1999; Piazza et al., 2009; Sabeti et al., 2015; Volpi da Silva et al., 2008).

Visto lo anterior, dada la presencia de HLL y LBP en gimnastas de GR, se hace evidente la importancia y la necesidad de establecer programas orientados hacia la mejora de la salud de los deportistas (Fett, Trompeter y Platen, 2017), más aún si se trata de atletas jóvenes (López-Miñarro et al., 2010). En lo que a la GR respecta, existe una gran carencia de trabajos donde se propongan programas preventivos para reducir las patologías lumbares en este tipo de gimnastas. Tan sólo se encuentran algunos estudios que, sin realizar ninguna intervención, proponen recomendaciones para evitar las lesiones durante los entrenamientos (Conesa y Martínez-Gallego, 2015, 2017; Hutchinson, 1999; Sabeti et al., 2015; Volpi da Silva et al., 2008; Zetaruk et al., 2006). También cabe resaltar cuál es el grupo de edad al que van enfocadas dichas intervenciones, pues son escasas las que van dirigidas a niños (Radas y Trost, 2011; Volpi da Silva et al., 2008; Wojtys et al., 2000). Siguiendo a Rocco y Campos (2012), es necesaria la detección temprana de alteraciones posturales en los deportistas, pues con ello se logrará una inminente prevención de las patologías que conllevan. Por este motivo, es en los niños donde es necesario realizar programas de prevención a fin de evitar futuros problemas posturales (y patologías derivadas de ellos) y asegurar con ello su salud deportiva (Conesa y Martínez-Gallego, 2017; Grabara, 2014; López-Miñarro et al., 2010; Radas y Trost, 2011; Wojtys et al., 2000).

Tras la revisión bibliográfica realizada se constata que el tema de la valoración postural con vistas a la prevención de patologías o alteraciones del raquis es un tema de gran relevancia, aunque no abundan los estudios realizados con gimnastas de GR ni mucho menos los realizados con deportistas de la etapa de la infancia (6-12 años). Por otra parte, en la vida real, en los clubes y/o escuelas de iniciación deportiva tampoco son frecuentes las prácticas de ejercicios físicos preventivos o compensatorios (Wojtys et al., 2000). Estas evidencias nos conducen a esbozar las hipótesis de trabajo de esta investigación. Por un lado, el hecho de que las gimnastas prepúberes (de entre 6-12 años) presenten mayor riesgo de padecer HLL al poseer una columna vertebral inmadura (López-Miñarro et al., 2010), junto con el hecho de que, por lo general, los clubes/escuelas de GR que se encargan de la iniciación deportiva no realizan programas de ejercicios compensatorios en los entrenamientos (Wojtys et al., 2000), nos hace plantear la primera hipótesis de trabajo: *“Las gimnastas de GR jóvenes (6-12 años) que no realizan ejercicios preventivos-compensatorios de la HLL presentan mayor grado de la misma y reportan mayor incidencia de LBP”*. Por otro lado, teniendo en cuenta que es responsabilidad de los profesionales del deporte el velar por la salud de los deportistas, en especial si éstos son jóvenes, surge la necesidad de implantar programas preventivo-compensatorios en las propias sesiones de entrenamiento de los atletas (Fett, Trompeter y Platen, 2017). Para el caso de las patologías lumbares, que son muy comunes en las gimnastas de GR (Ambegaongkar et al., 2014; Volpi da Silva et al., 2008), es necesario realizar programas específicos que incluyan ejercicios de flexibilización de la musculatura lumbar y de la musculatura flexora de cadera, seguido de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura abdominal, glútea e isquiotibial (Cantó y Jiménez, 1998; Conesa y Martínez-Gallego, 2017; Hutchinson, 1999; Zetaruk et al., 2006). Por tanto, la segunda hipótesis que nos planteamos es la siguiente: *“La realización de un programa de flexibilización y fortalecimiento muscular (PFFM) posee efectos positivos en la prevención del LBP, pues la HLL se reduce”*.

Por todo lo anterior, en este estudio creemos fundamental velar por la salud de nuestros gimnastas, para lo cual creemos necesario el establecimiento y desarrollo de programas de ejercicio físico preventivo-compensatorio de la HLL desde que son jóvenes. Así, el objetivo del presente trabajo es comprobar el efecto de un PFFM para disminuir el grado de HLL en jóvenes gimnastas de GR, y con ello prevenir la futura posible incidencia de LBP. La importancia de un estudio de estas características reside en que aportará información cuantitativa sobre la necesidad de incorporar ejercicios compensatorios dentro de las sesiones de entrenamiento, así como información metodológica a técnicos y entrenadores de GR respecto al cuidado y la promoción de la salud de las gimnastas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Se contó con 30 gimnastas de GR, mujeres, seleccionadas mediante los siguientes criterios de inclusión: poseer entre 6 y 12 años de edad, poseer un mínimo de 2 años de experiencia deportiva en GR (Grabara, 2014; López-

Miñarro et al., 2010), y poseer un nivel competitivo no élite categorizado según el “Nivel 1” (Rodríguez y Gómez-Landero, 2017). Este nivel técnico se corresponde con la *iniciación deportiva*, es decir, la participación en competiciones federativas oficiales a nivel provincial (Rodríguez y Gómez-Landero, 2017; Volpi da Silva et al., 2008). Las participantes fueron divididas en dos grupos: por un lado, el Grupo experimental (GE) (n = 15), el cual llevó a cabo el PFFM para disminuir el grado de HLL y prevenir sus patologías asociadas (LBP), y, por otro lado, el Grupo control (GC) (n = 15), el cual no realizó dicho programa de ejercicio físico. Todas las gimnastas participaron en el estudio de manera voluntaria mediante un consentimiento informado firmado por sus tutores legales. Este consentimiento cumplía con las directrices éticas de la Universidad Pablo de Olavide y de la Universidad Internacional de Andalucía, y con los principios éticos sobre investigación en humanos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, W.M.A., 2008).

Procedimientos

El desarrollo del estudio se llevó a cabo en tres fases:

1.1 Pre-test

En la primera fase, se realizó un *Pre-test* tanto en el GE como en el GC. Este proceso fue llevado a cabo por un único observador (con experiencia previa en la toma y registro de datos) y consistió en realizar: por un lado, la medición de la variable independiente (VI) y, por otro lado, la medición de la variable dependiente (VD). Respecto a la cuantificación de la VI, se llevó a cabo una valoración postural de la columna vertebral en su visión lateral (plano sagital) para medir la curva fisiológica de la lordosis lumbar. Para ello, se empleó el *Test de Flechas Sagitales* descrito por Santonja y Martínez (1992) (citado en Yuing et al., 2010). Para la realización de este test, la gimnasta debía adoptar su posición natural en bipedestación manteniendo los pies juntos, las piernas estiradas, la espalda recta, la cabeza erguida y la mirada al frente. Antes de realizar la medición de la curva lumbar, se pidió a la gimnasta que mantuviera la postura durante 3 min, tiempo estimado suficiente según varios autores (Mahdavi et al., 2017) para que el sujeto adopte su postura natural. Además, para facilitar la medición del investigador, se pidió a la gimnasta que mantuviera los brazos cruzados sobre el pecho. Una vez la gimnasta había adoptado su postura natural en bipedestación, se procedió a la medición de la curva lumbar siguiendo el protocolo de Santonja y Martínez (1992) (citado en Yuing et al., 2010), donde únicamente se empleó un goniómetro (Gima SpA, Gessate, Italy) y una cuerda plomada (Silverline Tools, Yeovil, UK), expresando el valor de la curvatura en centímetros (cm) (Figura 1). Esta medición fue tomada por triplicado manteniendo un tiempo de 30 segundos de separación entre cada medición. Finalmente, siguiendo los procedimientos de la Antropometría (Stewart et al., 2011), se optó por tomar la mediana (o, en su defecto, la moda) de las tres medidas como valor real final de la curva lumbar de la gimnasta puesto que, de esta manera, se obtiene una medida directa de la variable a cuantificar, en lugar de indirecta (como ocurriría con la media).



Figura 1. Medición de la curva lumbar mediante el Test de Flechas Sagitales.

Por otro lado, respecto a la cuantificación de la VD, se realizó una entrevista a las gimnastas de ambos grupos sobre la frecuencia de aparición de LBP en su experiencia como gimnastas de GR. Esta entrevista consistió en una única pregunta: “¿Alguna vez has tenido LBP desde que practicas GR?”, a cuya respuesta tan sólo las gimnastas debían responder “Sí” o “No” (Marini et al., 2008).

1.2 Intervención

Una semana después del *Pre-test*, dio comienzo la segunda fase de la investigación. En ella, se llevó a cabo con las gimnastas del GE un PFFM cuyo objetivo era lograr la disminución del nivel de HLL en las jóvenes gimnastas para con ello prevenir problemas de LBP. Las gimnastas del GC continuaron con sus entrenamientos habituales de GR. El programa de intervención estaba constituido por 24 sesiones de trabajo. La realización de todas ellas comprendió un periodo de 12 semanas de duración (Marini et al., 2008). Dicho periodo coincidió con la temporada competitiva de GR (Durall et al., 2009; Marini et al., 2008). La frecuencia de realización del programa fue de 2 días por semana (Durall et al., 2009). El desarrollo del mismo tuvo lugar en las instalaciones deportivas cubiertas donde entrenaba cada club o escuela al que pertenecían las gimnastas. Siguiendo las indicaciones de Cantó y Jiménez (1998) para el tratamiento y prevención de la HLL, el programa consistió en la ejecución de una serie de ejercicios de flexibilización de la musculatura lumbar y flexora de cadera, seguidos de una serie de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura abdominal, isquiotibial y glútea. Por otro lado, también se siguieron los principios del método Pilates (respiración, elongación, centro, concentración, control y fluidez) pues son varios los autores que afirman el efecto positivo que tiene el uso de este tipo de entrenamiento en el tratamiento de la HLL y del LBP (Eliks et al., 2019). A continuación, se describe el protocolo de ejercicios del presente programa:

1ª Parte: Flexibilización. Siguiendo a Cantó y Jiménez (1998), en primer lugar, se realizó un ejercicio de estiramiento de la musculatura lumbar y, a continuación, un ejercicio de estiramiento de la musculatura flexora de cadera (Figura 2). En cada ejercicio el estiramiento se mantiene durante 20 segundos; se ejecutan en total 2 series; ambos ejercicios se realizan por parejas

(previamente las gimnastas fueron instruidas para ejecutar los mismos de forma correcta en las compañeras); el tiempo de descanso entre cada serie es el tiempo que tarda la gimnasta compañera en ejecutar la misma. En el primer ejercicio (Figura 2-A), la gimnasta apoya su antebrazo sobre la pelvis de la compañera para realizarle una presión hacia abajo, mientras que con el otro brazo ejerce una presión hacia el lado opuesto de manera que la musculatura de la columna lumbar se alargue. En el segundo ejercicio (Figura 2-B), la gimnasta apoya su mano sobre la parte superior de la rodilla de la compañera para realizarle una presión hacia abajo, mientras que con la otra mano empuja su otra rodilla hacia el lado opuesto.

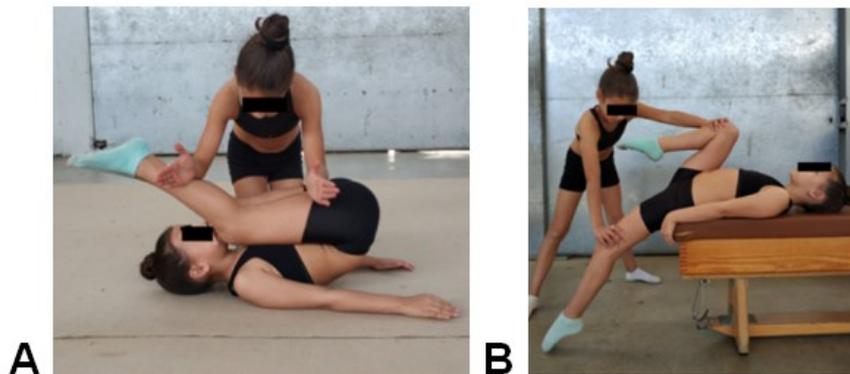


Figura 2. Ejercicios de flexibilización: A) musculatura lumbar y B) musculatura flexora de cadera.

2ª Parte: Fortalecimiento (Cantó y Jiménez, 1998; Eliks et al., 2019). En primer lugar, se ejecutaron tres ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura glútea e isquiotibial: flexiones de rodillas desde tendido prono sobre banco (Figura 3-A); patada de glúteo con rodilla flexionada y apoyo de antebrazos (Figura 3-B); y puente de glúteo a una pierna (Figura 3-C). En segundo lugar, se ejecutaron dos ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura abdominal: superserie de abdominales superiores e inferiores (Figura 3-D). Estos ejercicios de fortalecimiento muscular fueron ejecutados por cada gimnasta de manera individual. Las gimnastas fueron informadas (previo al inicio del programa) de la correcta ejecución de estos ejercicios siguiendo los principios del método Pilates (Eliks et al., 2019). En cada ejercicio se realizaron 2 series de 20 repeticiones, con descansos de 30 segundos entre cada serie. La ejecución de todos los ejercicios descritos anteriormente fue llevada a cabo al final de la sesión de entrenamiento de las gimnastas participantes, y supuso unos 15-20 min de duración (Durall et al., 2009). Por otro lado, teniendo en cuenta los principios del entrenamiento deportivo (en concreto, los principios “*aumento progresivo de la carga*” y “*variedad de la carga*”) (García-Manso, Navarro-Valdivieso y Ruiz-Caballero, 1996), la intensidad de los ejercicios fue aumentada a partir de la sesión número doce (es decir, a mitad del programa). Para ello se añadieron las siguientes modificaciones: se añadió una tercera serie en todos los ejercicios de fortalecimiento muscular; el ejercicio de “puente de glúteo a una pierna” (Figura 3-C) fue modificado incorporando un *step* para elevar el pie de apoyo de la gimnasta y así aumentar la dificultad del ejercicio; y se añadió un ejercicio más para el fortalecimiento de la musculatura abdominal: planchas horizontales (2 series manteniendo la posición durante 30 segundos) (Figura 3-E).

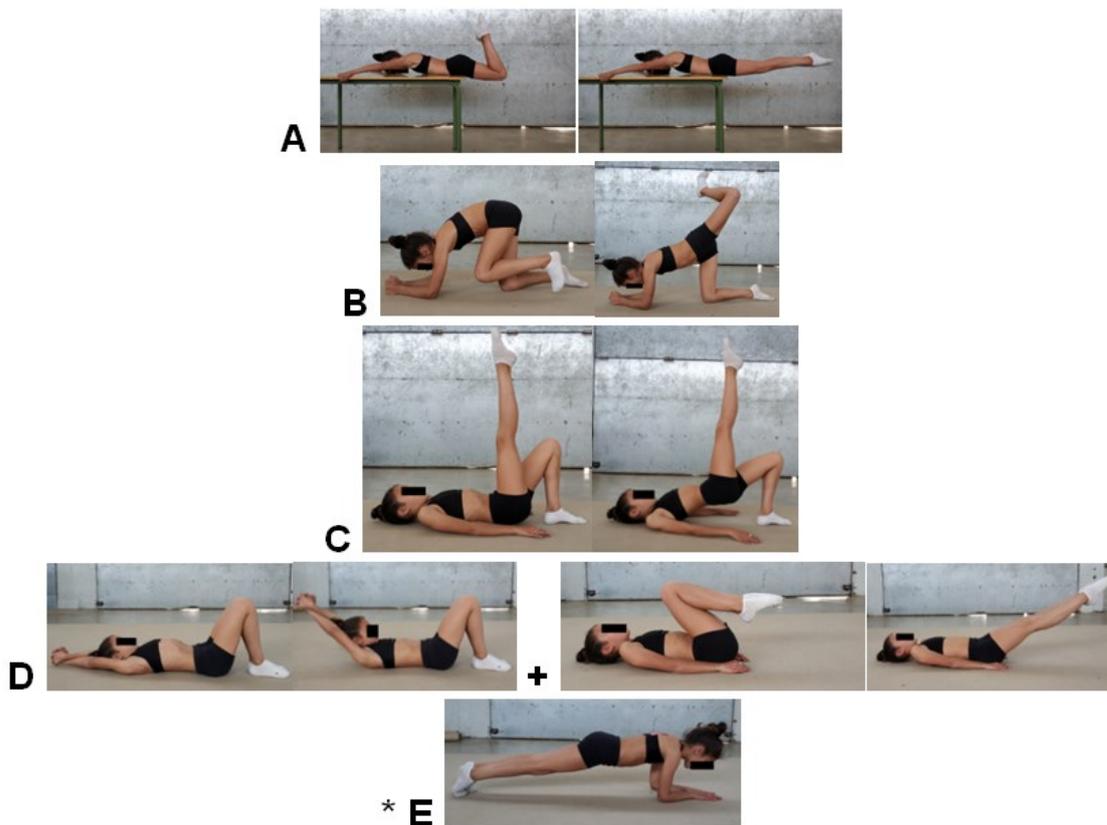


Figura 3. Ejercicios de fortalecimiento muscular: A) Flexiones de rodillas desde tendido prono sobre banco, B) Patada de glúteo con rodilla flexionada y apoyo de antebrazos, C) Punteo de glúteo a una pierna, D) Superserie de abdominales superiores e inferiores, y E) Planchas horizontales.

1.3 Post-test

Finalizado el programa, comenzó la tercera y última fase de la investigación, donde se llevó a cabo una valoración final (*Post-test*) tanto en el GE como en el GC. En ella se volvió a realizar de nuevo la medición de la VI y de la VD, al igual que se hizo en el *Pre-test*.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el programa SPSS versión 25.0.0.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). El análisis de la distribución de los datos se realizó mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilk. Se efectuó un análisis de la fiabilidad en las medidas repetidas de la curva lumbar por medio del coeficiente de correlación intraclase (CCI) para el análisis de la fiabilidad relativa, y del coeficiente de variación (CV) para la fiabilidad absoluta. El CCI se calculó teniendo en cuenta la diferencia de medidas y con un intervalo de confianza del 95%, a través de un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor para medidas repetidas. Los estadísticos descriptivos media (\bar{X}), desviación típica (SD) y porcentajes (%) han sido utilizados para el análisis descriptivo de las variables de estudio. El test de Wilcoxon fue empleado para la comparación de medias *Pre* y *Post-test* en ambos grupos de gimnastas. Finalmente, se calculó el valor *d* de

Cohen para comprobar la magnitud del tamaño de efecto (TE) del programa realizado. El nivel de significación fue establecido en un 0,05 para todos los análisis estadísticos.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de fiabilidad de las mediciones de la curvatura lumbar de las gimnastas, realizadas tanto antes como después de la intervención. Los valores de CCI observados son superiores a 0,9; por lo tanto, estos datos sugieren que las medidas realizadas son fiables, poseen gran validez interna (Vincent, 1999). Respecto a la fiabilidad absoluta de estas medidas, el CV que presentan las mediciones de la curva lumbar son inferiores al 5% máximo aconsejado por el GREC (Cabañas y Esparza, 2009).

Tabla 1. CCI (IC 95%) y CV (%) de las mediciones de la VI (n=30).

Curva lumbar (cm)	CV (%)	CCI	IC (95%)	
			Lim inf	Lim sup
PRE-TEST	0,62	,993	,987	,996
POST-TEST	3,34	,920	,860	,958

ICC, coeficiente de correlación intraclass; CV, coeficiente de variación; CI, intervalo de confianza.

La Tabla 2 muestra la evolución de la curva lumbar de las gimnastas antes y después del PFFM, observándose una diferencia significativa en el GE ($p < 0,05$).

Tabla 2. Evolución curvatura lumbar ($X \pm SD$).

	Curva Lumbar PRE-TEST (cm)	Curva Lumbar POST-TEST (cm)	Diferencia Curva lumbar PRE-POST (cm)	Sig.	<i>d</i>
GE (n = 15)	5,54 ± 0,94	4,85 ± 0,43	-0,69	0,010*	0,73
GC (n = 15)	4,75 ± 1,09	4,62 ± 1,19	-0,13	0,752	

* GE: grupo experimental; GC: grupo control; $p < 0,05$

Para cuantificar la magnitud de los cambios logrados en las gimnastas del GE gracias al PFFM llevado a cabo, podemos estimar el TE de dicho programa a través del valor *d* de Cohen mediante la siguiente fórmula (Rhea, 2004):

$$d = (X_2 - X_1) / SD_1$$

El valor *d* resultante de esta fórmula, representativo del PFFM aplicado a las gimnastas del GE, se muestra en la Tabla 2. Para interpretar este valor, Rhea (2004) propuso una escala para determinar la magnitud del TE en el ámbito de la investigación del entrenamiento de la fuerza la cual distingue a los sujetos según su nivel de entrenamiento (Tabla 3). Siguiendo esta escala, las gimnastas del GE se sitúan dentro de los sujetos recreacionalmente entrenados, por lo que se concluye que el TE de la intervención realizada en este estudio ha sido de magnitud pequeña.

Tabla 3. Escala de determinación del TE en el entrenamiento de fuerza (adaptado de Rhea, 2004).

Magnitud	Desentrenados	Recreacionalmente entrenados	Altamente entrenados
Insignificante	<0,50	<0,35	<0,25
Pequeña	0,50-1,25	0,35-0,80	0,25-0,50
Moderada	1,25-1,9	0,80-1,50	0,50-1,0
Grande	>2,0	>1,5	>1,0

**Desentrenados*: sujetos que no han estado entrenando regularmente durante 1 año; *Recreacionalmente entrenados*: sujetos que entrenan regularmente desde entre 1 y 5 años; *Altamente entrenados*: sujetos que han estado entrenando durante un mínimo de 5 años.

Finalmente, la Figura 4 muestra los resultados de la entrevista realizada a las gimnastas de ambos grupos respecto a su nivel de incidencia de LBP. Se observa que tras la intervención éste se redujo en un 33,3%.

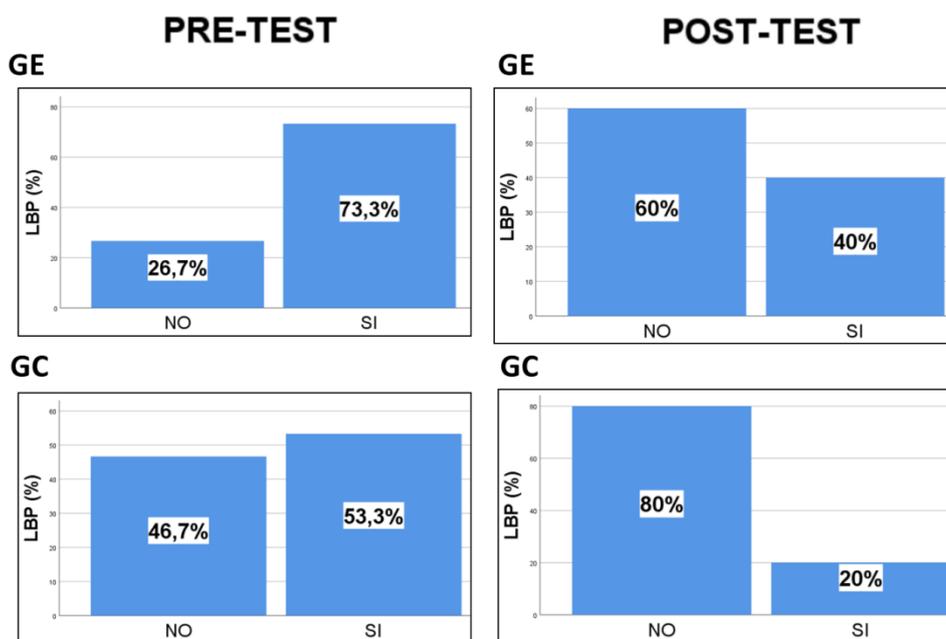


Figura 4.- Incidencia de LBP antes y después del PFFM. Datos del GE y GC (n=15).

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comprobar el efecto de un PFFM para reducir el nivel de curvatura lumbar en un grupo de jóvenes gimnastas de GR, para con ello prevenir la HLL y sus patologías asociadas: el LBP. De manera similar a este estudio, multitud de trabajos también aportan información cuantitativa respecto a los valores de curvatura lumbar que presentan los gimnastas (Kums et al., 2007; Mahdavia et al., 2017; Radas y Trost, 2011; Rocco y Campos, 2012; Wojtys et al., 2000). Por lo general, estos trabajos expresan la curva lumbar en grados (°) en lugar de centímetros (cm), como se ha realizado en este estudio. A pesar de esta diferencia, según Yuing et al. (2010) la expresión de la curvatura lumbar en cm también es válida y fiable, siendo considerados valores superiores

a 35 mm como HLL. Siguiendo esta afirmación, la curva lumbar presentada por las gimnastas de este estudio en el *Pre-test* mostró una clara presencia de HLL (Tabla 2).

Respecto a la entrevista realizada sobre el nivel de incidencia de LBP, se observó que ambos grupos de gimnastas reportaron una alta incidencia de esta patología antes de comenzar la intervención (Figura 4). Esta información se puede relacionar con la de otros estudios que también muestran datos respecto al porcentaje de gimnastas de GR que manifiestan haber padecido LBP en algún momento de su carrera deportiva. Según Hutchinson (1999) y Winslow et al. (2018), el 86% de las gimnastas de GR entrevistadas manifestaron sufrir LBP. En el estudio de Kums et al. (2007), el 50% de las gimnastas de GR padecían LBP. Éstas son unas cifras muy elevadas que se asemejan a los valores obtenidos en este trabajo. En relación al grupo de edad, en el estudio de Vidal-Conti et al. (2014) el 38,3% de los niños deportistas encuestados mostró LBP, siendo los que practicaban GR aquellos que mostraron mayor incidencia de esta patología. Estos datos se asemejan a los obtenidos en este estudio (Figura 4).

Tras la aplicación del PFFM, las gimnastas del GE mejoraron tanto su curvatura lumbar (Tabla 2) como su nivel de incidencia de LBP (Figura 4). Estos resultados son comparables con los de otros estudios que también llevan a cabo intervenciones de ejercicio físico para la prevención del LBP en deportistas, mostrando resultados satisfactorios (Durall et al., 2009; Marini et al., 2008).

Respecto a la eficacia del PFFM aplicado en este estudio, la *d* de Cohen ha mostrado el pequeño TE que ha tenido el mismo (Tabla 2). En la bibliografía no se encuentran trabajos que muestren el TE de intervenciones realizadas en gimnastas de GR para la prevención de la HLL y/o el LBP. Únicamente existen trabajos realizados con población general (Bade et al., 2017) o bien artículos de revisión que tratan sobre la eficacia de distintos tipos de ejercicios contra el LBP (Behm et al., 2009). Behm et al. (2009) afirman que los ejercicios de fortalecimiento muscular del core poseen gran eficacia en la disminución de la incidencia de LBP, aunque no muestran valores cuantitativos de TE. Esta información respalda el efecto positivo logrado en esta intervención gracias al tipo de ejercicios de fortalecimiento muscular utilizados. Por otro lado, respecto a la cuantificación del TE, los resultados de Bade et al. (2017) en el tratamiento del LBP en adultos, se asemejan a los obtenidos en este trabajo, pues el TE logrado por la intervención realizada por estos autores también se caracterizó por presentar una magnitud pequeña ($d = 0,58$). A pesar del pequeño TE conseguido en este estudio, y vistas las evidencias científicas anteriormente expuestas, podemos afirmar que se ha cumplido la segunda hipótesis planteada en este estudio.

Curiosamente, las gimnastas del GC también redujeron su nivel de curva lumbar así como su nivel de incidencia de LBP tras la intervención (Figura 4). Este hecho puede explicarse por el entrenamiento habitual de GR que este grupo de gimnastas hayan realizado. En la literatura científica existen estudios que defienden que la GR no es perjudicial para la columna vertebral y, por tanto, que no es un deporte que represente un riesgo para ésta. Según los estudios de Cupisti et al. (2004) y Sabeti et al. (2015), el entrenamiento de GR parece

proteger la columna lumbar, pues los sujetos que practican GR presentan menos LBP en comparación con sujetos iguales que no practican este deporte. Debido a estos motivos, se puede afirmar que nuestra primera hipótesis de trabajo no se cumple.

Vistos los datos de HLL de las gimnastas de este estudio y su nivel de incidencia de LBP tanto en el *Pre-test* como en el *Post-test*, ¿podemos establecer una relación entre el nivel de curvatura lumbar y el nivel de incidencia de LBP? Dados los resultados de este estudio, no podemos establecer una relación directa entre ambas variables pues no todas las gimnastas que presentaron gran curvatura lumbar reportaron haber padecido LBP, o viceversa. Este hecho puede explicarse quizás por lo que afirmaban varios autores: Kums et al. (2007) observaron que cuanto más plana era la curva lumbar, mayor era la incidencia de LBP en las gimnastas de GR; Kums et al. (2008) (citado en Radas y Trost, 2011) afirmaban que la continua respuesta a las demandas específicas del deporte puede (después de un periodo de tiempo) acarrear desequilibrios musculares entre los músculos agonistas y antagonistas así como una deficiencia local de flexibilidad, lo cual producirá una desviación postural (como la HLL). Sin embargo, no especifican de cuánto es dicho periodo de tiempo necesario para que se produzcan los desajustes. Por este motivo, quizás los años de experiencia deportiva de las gimnastas de nuestra muestra fuera el factor determinante para que algunas presentasen problemas de LBP y otras no. No obstante, no se encuentran estudios que hayan encontrado una relación entre tiempo de entrenamiento y la evolución de las curvas sagitales en gimnastas (Sainz-de-Baranda et al., 2010).

CONCLUSIONES

En este estudio se ha corroborado que son escasos los trabajos que realicen intervenciones de ejercicio físico para prevenir desviaciones posturales y patologías lumbares en gimnastas de GR que sean jóvenes (< 12 años), por lo que de esta investigación se ha podido obtener una información valiosa de cara a la promoción de la salud lumbar y la prevención temprana de patologías asociadas a esta área de la columna vertebral. Tras la aplicación del PFFM, las gimnastas del GE mejoraron su curvatura lumbar y su nivel de incidencia de LBP se redujo en un 33,3%. Por ello, el efecto del mismo resultó ser positivo, aunque pequeño. Quizás una mayor duración del mismo hubiera aumentado su TE, por lo que hay que seguir insistiendo en este tipo de iniciativas en el entrenamiento de GR. Finalmente, con los resultados obtenidos en este estudio, se ha pretendido aportar información metodológica a los técnicos y entrenadores de GR sobre el cuidado y la promoción de la salud lumbar de las gimnastas, así como ofrecerles el diseño de este programa de ejercicio como posible herramienta útil de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambegaonkar, J. P., Caswell, A. M., Kenworthy, K. L., Cortes, N., y Caswell, S. V. (2014) Lumbar Lordosis in Female Collegiate Dancers and Gymnasts. *Medical Problems of Performing Artists*, 29(4), 189-192. Doi: <https://doi.org/10.21091/mppa.2014.4039>

- Bade, M., Cobo-Estevez, M., Neeley, D., Pandya, J., Gunderson, T. y Cook, C. (2017) Effects of manual therapy and exercise targeting the hips in patients with low-back pain-A randomized controlled trial. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 23(4):734-740. Doi: <https://doi.org/10.1111/jep.12705>
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M. y Cowley, P. M. (2009) The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35, 91-108. Doi: <https://doi.org/10.1139/H09-127>
- Cabañas, M. D. y Esparza, F. (2009) *Compendio de Cineantropometría*. Madrid: Ed. CTO. 1ª ed. ISBN: 9788492523726
- Cantó, R. y Jiménez, J. (1998) *La columna vertebral en la edad escolar. La postura correcta, prevención y educación*. Madrid: Gymnos. ISBN: 84-8013-128-4
- Conesa, E. y Martínez-Gallego, F. (2015) La gimnasia estética de grupo, un nuevo modelo de competición. *Sport TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 4(2), 41-46. Doi: <https://doi.org/10.6018/242931>
- Conesa, E. y Martínez-Gallego, F. (2017) Una modalidad saludable de gimnasia en edad escolar: la gimnasia estética de grupo. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 13(1), 37-52.
- Cupisti, A., D'Alessandro, C., Evangelisti, I., Piazza, M., Galetta, F. y Morelli, E. (2004) Low back pain in competitive rhythmic gymnasts. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 44(1), 49-53.
- Durall, C. J., Udermann, B. E., Johansen, D. R., Gibson, B., Reineke, D. M., y Reuteman, P. (2009) The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 86-92. Doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b93ac>
- Eliks, M., Zgorzalewicz-Stachowiak, M. y Zeńczak-Praga, K. (2019) Application of Pilates-based exercises in the treatment of chronic non-specific low back pain: state of the art. *Postgraduate Medical Journal*, 0, 1-5. Doi: <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2018-135920>
- Fett, D., Trompeter, K., y Platen, P. (2017) Back pain in elite sports: A cross-sectional study on 1114 athletes. *Plos One*, 12(6), e0180130. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180130>
- García-Manso, J. M., Ruiz-Caballero, J. A. y Navarro-Valdivieso, M. (1996) *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Madrid: Gymnos. ISBN: 84-8013-053-9
- Grabara, M. (2014) A comparison of the posture between young female handball players and non-training peers. *Journal of Back & Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(1), 85-92. Doi: <https://doi.org/10.3233/BMR-130423>
- Holt, L. E., Pelham, T. W. y Holt, J. (2008) *Flexibility: a concise guide to conditioning, performance, enhancement, injury, prevention, and rehabilitation*. Totowa, New Jersey: Humana Press Inc. ISBN-10: 160327104X y ISBN-13: 978-1603271042
- Hutchinson, M.R. (1999) Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11), 1686-1688. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-199911000-00027>

- Kendall, F. P., Kendall, E. y Geise, P. (2007) *Kendall's músculos: pruebas funcionales, postura y dolor*. 5ª ed. Madrid: Marbán. ISBN-10: 8471015277 y ISBN-13: 978-8471015273
- Kums, T., Ereline, J., Gapeyeva, H., Paasuke, M. y Vain, A. (2007) Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20(2-3): 87-95. Doi: <https://doi.org/10.3233/BMR-2007-202-306>
- López-Miñarro, P. A., Alacid, P. F., y Rodríguez-García, P. L. (2010) Comparison of sagittal spinal curvatures and hamstring muscle extensibility among young elite paddlers and non-athletes. *International SportMed Journal*, 11(2), 301–312.
- Mahdavia, E., Rezasoltani, A., y Simorgh, L. (2017) The Comparison of the Lumbar Multifidus Muscles Function between Gymnastic Athletes with Sway-Back Posture and Normal Posture. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(4), 607–615.
- Marini, M., Sgambati, E., Barni, E., Piazza, M., y Monaci, M. (2008) Pain syndromes in competitive elite level female artistic gymnasts. Role of specific preventive-compensative activity. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 113(1), 47–54.
- Moras, G. (2002) Amplitud de movimiento articular y su valoración: el test flexométrico. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/672208>
- Piazza, M., Di Cagno, A., Cupisti, A., Panicucci, E., y Santoro, G. (2009) Prevalence of low back pain in former rhythmic gymnasts. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 49(3), 297–300.
- Radas, J. y Trost, T. B. (2011) Posture in Top-Level Croatian Rhythmic Gymnasts and Non-Trainees. *Kinesiology*, 43(1), 64–73.
- Rhea, M.R. (2004) Determining the Magnitude of Treatment Effects in Strength Training Research Through the Use of Effect Size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918-920. doi: <https://doi.org/10.1519/14403.1>
- Rocco, L. y Campos, A. R. (2012) Rhythmic gymnastics athletes posture: analysis through photometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18(5), 333-337. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000500010>
- Rodríguez, M., Villacieros, J. y Ferro, A. (2013) Análisis de la coordinación y secuencia de movimientos corporales en el salto zancada de gimnasia rítmica. En Rojas Ruiz, F.J. y Gutiérrez Cruz, C., Eds. Actas del XXXVI Congreso de la Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales. Octubre, 25-27 (p. 78). EUG: Editorial Universidad de Granada. ISBN 978-84-338-5595-4.
- Rodríguez, M. y Gómez-Landero, L.A. (2017) Variables de rendimiento y penalizaciones técnicas del salto zancada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 18(72), 605-619. Doi: <http://doi.org/10.15366/rimcafd2018.72.001>
- Sabeti, M., Jeremian, L., Graf, A., y Kandelhart, R. (2015) Elite level rhythmic gymnasts have significantly more and stronger pain than peers of similar age: a prospective study. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 127(1–2), 31–35. <https://doi.org/10.1007/s00508-014-0623-4>
- Sainz-de-Baranda, P., Santonja-Medina, F. y Rodríguez-Iniesta, M. (2010) Tiempo de entrenamiento y plano sagital del raquis en gimnastas de

- trampolín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(40), 521-536.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista40/artentrenamiento169.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista40/artentrenamiento169.htm)
- Stewart, A. D., Marfell-Jones, M., Olds, T. y Hans-De-Ridder, J. (2011) *International Standards for Anthropometric Assessment*. Australia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry. ISBN: 0-620-36207-3
- Vidal-Conti, J., Borràs, P. A., y Palou, P. (2014) El dolor de espalda como lesión deportiva en jóvenes de 10-12 años. *Revista de Psicología Del Deporte*, 23(2), 473–478. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235131674029>
- Vincent, W. J. y Werir J. P. (2012) *Statistics in kinesiology. 4th ed.* Champaign (IL): Human Kinetics. ISBN-10: 1-4504-0254-2 y ISBN-13: 978-1-4504-0254-5
- Volpi da Silva, L. R., Lopez, L. da C., Costa, M. C. G., Moya Gomes, Z. C., y Matsushigue, K. A. (2008) Flexibility and posture evaluation on rhythmic gymnastics athletes. *Revista Mackenzie de Educacao Fisica e Esporte*, 7(1), 59–68.
- Winslow, J. J., Jackson, M., Getzin, A. y Costello, M. (2018) Rehabilitation of a Young Athlete With Extension-Based Low Back Pain Addressing Motor-Control Impairments and Central Sensitization. *Journal of Athletic Training*, 53(2), 168-173. Doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-238-16>
- Wojtys E.M., Ashton-Miller J. A., Huston L. J., Moga P. J. (2000) The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4): 490-498. doi: <https://doi.or/10.1177/03635465000280040801>.
- World Medical Association (2008) Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Obtenido en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Yuing, F. T. A., Almagià, A. F., Lizana, P. J., Rodríguez, R. F. J., Ivanovic, D. M., Binvignat, G. O., Gallardo, L. R., Nieto, C. F. y Verdejo, S. A. (2010) Comparación entre dos métodos utilizados para medir la curva lumbar. *International Journal of Morphology*, 28(2): 509-513. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000200028>
- Zetaruk, M. N., Violan, M., Zurakowski, D., Mitchell Jr, W. A. y Michelli, L. J. (2006) Injuries and training recommendations in elite rhythmic gymnastics. *Apunts. Medicina de l'esport*, 41(151), 100-106.

Número de citas totales / Total references: 38 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 2 (5,26%)