

Efectos de un programa de actividad física de corrección postural y activación muscular para la prevención del dolor lumbar en alumnado de Educación Física de 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria

Effects of a physical activity program of postural correction and muscle activation for the prevention of low back pain in Physical Education students in 3th and 4th grade of Compulsory Secondary Education

*Julio Martín Ruiz, *Jacob Peris Perales, **María Teresa Ferrer Adelantado, *Clara Gallego Cerveró, *Ignacio Tamarit Grancha, *Laura Ruiz Sanchis

*Universidad Católica de Valencia (España), **IES Rascanya-Antonio Canyuelo (España)

Resumen. Objetivo: Valorar postural, articular y muscularmente la salud lumbar de una muestra de mujeres adolescentes y medir su mejora tras la llevar a cabo un programa preventivo. Metodología: Se diseñaron una serie de ejercicios para su aplicación en la vuelta a la calma de las sesiones de Educación Física durante cuatro semanas, centrados en el desarrollo muscular lumbar, y la estabilidad y alineación raquídea. Resultados: Los resultados muestran diferencias significativas entre test y retest, en dos ítems de alineación del raquis ($p < .05$), pero no reportan cambios en las pruebas de estabilización raquídea y la electromiografía ($p = .47$). Los datos de regresión en caso de continuar la aplicación del programa indican tendencia a la mejora en esta variable. Conclusiones: La conclusión principal es resaltar la importancia de aplicar diferentes pruebas de evaluación que permitan detectar anomalías posturales y la necesidad de adoptar hábitos preventivos centrados en la práctica continuada de ejercicio físico.

Palabras clave: Dolor lumbar, postura, activación muscular, adolescentes.

Abstract. Objective: To assess postural, joint and muscular lowback health in a sample of adolescent women and to measure their improvement after carrying out a preventive programme. Methodology: A series of exercises were designed to be applied in the return to calm during the Physical Education sessions for four weeks, focusing on lumbar muscle development, and spinal stability and alignment. Results: The results show significant differences between test and retest in two spine alignment items ($p < .05$), but no changes in spine stabilisation tests and electromyography ($p = .47$). Regression data in case of continued application of the programme indicate a trend towards improvement in this variable. Conclusions: The main conclusion is to highlight the importance of applying different assessment tests to detect postural abnormalities and the need to adopt preventive habits focused on the continued practice of physical exercise.

Key words: Low-back pain, posture, muscle activation, adolescents.

Fecha recepción: 20-11-23. Fecha de aceptación: 24-04-24

Ignacio Tamarit

ignacio.tamarit@ucv.es

Introducción

Las dolencias de espalda conllevan un detrimento de la calidad de vida de las personas que lo padecen (Schoenfeld & Snarr, 2021) y dado su difícil abordaje, incluso en el ámbito clínico existe cierta negatividad sobre la mejora de este tipo de afecciones (Parodi et al., 2023) tan heterogéneas y que precisan de tratamientos muy individualizados (Matheve, Hodges & Danneels, 2023).

Las causas son muy diversas, aunque en adolescentes uno de los elementos relacionados más importantes son el sobrepeso y la obesidad (Ambrosio et al., 2023), claramente vinculados a una mayor prevalencia, además de a aspectos antropométricos y a un estilo de vida sedentario (Mutlu et al., 2023). Por tanto, no tienen por qué deberse obligatoriamente a patologías estructurales, pueden originarse en hábitos posturales incorrectos y sobreesfuerzos (Castillo, 2000) y como indica García (2019) ocurre incluso en deportistas, quienes, a pesar de obtener en su mayoría valores normales en pruebas de alineación raquídea, presentan desviaciones lumbares o torácicas en aproximadamente un 20% de los casos. La frecuencia de estas dolencias en la espalda es alta en la población general, con la previsión de que un 80% llegará a sufrir dolor lumbar crónico (Jones & Macfarlane, 2005). Quizá es más alarmante observar su

evolución; en la población infantil y adolescente un 38% según Calvo-Muñoz, Gómez-Conesa y Sánchez -Meca (2012), y más recientemente un 43,86% según González-Gálvez et al. (2022), antes de alcanzar los 15 años.

Estos datos reflejan la envergadura de esta problemática y señalan a la etapa puberal, como el periodo más propicio para desarrollar hábitos de ejercicio para evitar esta situación, que deberían prolongarse en la edad adulta (Kahn et al., 2008; Telama, 2009). Lamentablemente, es un periodo crítico marcado por un importante descenso de la actividad física (Kahn et al., 2008; Sallis et al., 2003) debido entre otros motivos a la fatiga percibida y la pereza de adscribirse a un programa a medio-largo plazo ($p < .001$) (Portela-Pino, Valverde-Esteve & Martínez-Patiño, 2021).

El hábito de práctica de actividad física es el que permite diferenciar el nivel de las dolencias, a mayor número de horas activas, menor es el dolor y viceversa, resintiéndose fundamentalmente la fuerza flexora-extensora del tronco y la extensibilidad isquiosural (González-Gálvez, Carrasco-Poyatos, Vaquero-Cristóbal & Marcos-Pardo, 2022).

El dolor de espalda es multifactorial en ambos sexos (Bizzoca et al., 2023), aunque está especialmente acentuado en el sexo femenino, donde la adopción de hábitos incorrectos puede derivar en una excesiva laxitud del ligamento sacro-ilíaco, responsable de cuadros de lumbalgia entre el 13% y el 27% de los casos (Stoev, Powers, Puglisi, Munro

& Leonard, 2012). Se evidencia principalmente en la curvatura torácica presentando mayor desviación ($24.4 \pm 16.4^\circ$ frente a $11.4 \pm 17.9^\circ$ en chicos), entre otras razones por cargar proporcionalmente más peso o presentar cifosis actitudinales como la púdica (Antonio, Espada-Mateos, Abián-Vicén & Abián-Vicén, 2019).

A pesar de que debe establecerse una relación más sólida a nivel científico sobre la práctica de actividad física y el dolor lumbar en adolescentes (Kędra, Plandowska, Kędra & Czaprowski, 2021), se ha podido comprobar que un programa de educación ergonómica propicia buenos resultados tras un año de puesta en práctica (Minghelli, Nunes & Oliveira, 2021b), mostrando también que las medidas preventivas han de adaptarse de manera longitudinal para que tengan efecto por su mayor componente residual (Minghelli, Nunes & Oliveira, 2021a). En este contexto, resulta determinante el rol de la Educación Física escolar en la promoción de la actividad física y la salud dentro de las diferentes leyes educativas existentes, con la educación ergonómica como eje fundamental (Slingerland & Borghouts, 2011) y con la ventaja de poder aplicarlo de forma continuada y monitorizada en un centro educativo. Además de ser necesarios, deben acometerse de forma multifactorial, teniendo en cuenta otro tipo de hábitos generalizados, como disminuir la prolongada exposición a pantallas, que supone también un riesgo real de dolores músculo-esqueléticos en adolescentes (Cáceres et al., 2023).

Establecer un correcto punto de partida es esencial en estas iniciativas para una mejor selección de ejercicios a aplicar, y debe contar con pruebas capaces de poder evaluar la realidad de cada sujeto. Dentro de estas valoraciones se encuentra la alineación del raquis, que mediante referencias articulares puede determinar si existen rotaciones, inclinaciones o descompensaciones entre hemicuerpos. Ejemplo de ello es el test de Langlade (2018), capaz de detectar en dos planos y múltiples referencias, este tipo de alteraciones de una forma fácilmente reproducible e interpretable, por lo que resulta idóneo no solo para el ámbito escolar, también para profesiones con cierta demanda física (Gallego, Ros, Ruiz & Martín, 2019).

Al tener en cuenta parámetros de la condición física, en el caso de la flexibilidad Him y Jim (2020), indican que en el 90% de los casos de dolor lumbar inespecífico, se debe a la hiperactividad de músculos como isquiotibiales, iliopsoas o piriforme, por lo que las pruebas capaces de detectar estos comportamientos musculares serán las idóneas para dirigir el acondicionamiento en la línea de un mayor equilibrio muscular. Entre ellos el test de Thomas resulta apropiado al identificar las mejoras producidas tras un proceso de intervención con una alta precisión (Liu & Wang, 2023), con un procedimiento accesible que aporta información unilateral y bilateral sobre el acortamiento de la cadera.

En el plano muscular, el trabajo principal suele tener como foco la musculatura central, cuya pauta de trabajo puede valorarse previamente con el test de resistencia del tronco diseñado por McGill, Childs y Liebenson (1999), que consta de tres ejercicios, uno de ellos bilateral, permite

la detección por zonas de déficits de estabilización diferenciados por sexos y ayuda a una eficiente selección de ejercicios.

En línea con estos autores, la aplicación de test máximos para determinar la fuerza total muscular es muy aceptada y difundida en el ámbito fitness (Oliva-Lozano & Muyor, 2020) y se toman como referencia de las cargas sobre las que hay que incidir. En este sentido, el test paravertebral de Biering-Sorensen, se emplea habitualmente para el cálculo de la fatigabilidad torácica y lumbar, además de la fuerza isométrica agonista y su interacción con otros músculos sinergistas (Shaw, Jacobs, Van Dillen, Beneck & Smith, 2024). Adicionalmente, establece una alta correlación entre registros bajos de actividad eléctrica y dolor lumbar no específico (Boutellier, Nüesch, Suter, Perrot & Mündermann, 2022).

La aplicación de estas pruebas podría establecer una imagen más clara del punto de partida del sujeto, sin embargo, no se encuentran programas que valoren de forma tan amplia los progresos del acondicionamiento incluido en sus sesiones.

Por estos motivos, la finalidad de la presente investigación fue detectar los posibles factores desencadenantes de las dolencias raquídeas de origen mecánico en alumnado de la etapa de Educación Secundaria a través de test validados. Además, diseñar, aplicar y analizar los resultados de una propuesta de ejercicios posturales y de desarrollo muscular para llevarse a cabo dentro de la fase de vuelta a la calma de las clases de Educación Física.

Todo ello permitirá una mejor selección de instrumentos y protocolos de evaluación del dolor lumbar en adolescentes y aportar recursos aplicables en la realidad de un aula de Educación Física actual, con independencia de los recursos disponibles del centro educativo.

Métodos

Diseño y contexto del estudio

Se trata de un estudio cuasi experimental, transversal y descriptivo. Se realizaron pruebas de alineación postural, flexibilidad lumbar-crural, estabilidad lumbar, y de cálculo de la activación de la musculatura paravertebral. Sirvieron para detectar posibles desalineaciones del raquis y posibles causas de dolor lumbar.

Se realizaron dos días de medición, uno de valoración inicial, y el segundo tras un periodo de cuatro semanas de aplicación de una serie de ejercicios preventivos en la fase de vuelta a la calma en las clases de Educación Física.

Población y participantes

La muestra estaba compuesta por 16 mujeres con edades entre 15 y 16 años, estudiantes de los cursos de 5º y 6º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Los requisitos de inclusión fueron: ser mujer entre 15 y 16 años, no padecer patologías del raquis diagnosticadas, no estar exenta de la clase de Educación Física por motivos médicos y no realizar actividades extraescolares o deportivas a nivel federado.

Del total de semanas previstas (4), y por motivos de festivos coincidentes en dichas clases, una parte de la muestra pudo completar todas las sesiones en cuatro semanas (9 participantes) y las otras tres semanas (6 participantes).

Se contó con la autorización del centro, del AMPA y el consentimiento de padres y alumnos participantes. En la Tabla 1, se encuentran los datos descriptivos de la muestra.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de la muestra

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Peso (Kg)	54,56	7,23	43	71
Talla (m)	1,64	0,053	1,58	1,76
IMC (Kg/m ²)	20,03	1,93	7,22	23,95

Nota: Kg= Kilogramo; m= metro.

Procedimiento

Se realizaron dos sesiones de medición, con una separación de cuatro semanas durante las que se llevó a cabo un programa de ejercicios durante las sesiones ordinarias de Educación Física. Se diseñaron en una progresión en dos bloques de dos semanas cada uno.

En la primera jornada de medición, se verificaron los permisos del alumnado para realizar la investigación y en primera instancia, se efectuaron las mediciones antropométricas del peso (Seca 750, Hamburgo, Alemania) y la talla (Seca 213, Hamburgo, Alemania).

Las pruebas de valoración que se llevaron a cabo fueron: 1) el test de Langlade (Langlade, 1990), de carácter observacional que evalúa la alineación del raquis en diferentes planos (frontal y sagital), mediante la colocación de unos marcadores en puntos anatómicos señalados por el autor que sirvieron de referencia. En el plano sagital: Lóbulo de la oreja, acromion, trocánter mayor, epicóndilo lateral del fémur y maléolo lateral. En el plano frontal, visión ventral: Apófisis coracoides y espinas ilíacas anterosuperiores. En el plano frontal, visión dorsal: Apófisis espinosa de C7, borde inferior escapular y pliegue interglúteo.

Se han empleado adhesivos de 1 cm de diámetro y un láser (Black&Decker BDL 220-S) para hacer las funciones de plomada, tal y como se llevó a cabo en estudios similares (Borreani et al., 2014; Calatayud et al., 2015).

2) Seguidamente, se completó el Test de Thomas (Kim & Ha, 2015), útil para comprobar el nivel de acortamiento de los flexores de cadera, especialmente el psoas-iliaco. Se realiza en decúbito supino sobre una superficie elevada, quedando el tronco los muslos sobre la superficie salvo las piernas que quedan suspendidas con las rodillas en flexión.

Desde esta posición se realiza una flexión de cadera llevando voluntariamente la rodilla hacia el pecho, mientras se comprueba si la cadera contraria se flexiona o su rodilla correspondiente se extiende de manera involuntaria. En ese caso el resultado del test sería negativo, si no realiza ningún tipo de movimiento, positivo.

3) La siguiente prueba fue la de estabilidad lumbar de McGill (McGill, Childs & Liebenson, 1999), un protocolo de ejercicios de carácter isométrico para determinar la resistencia y la estabilidad central de la musculatura del tronco y donde la participante debe mantener la posición el mayor

tiempo posible.

En primer lugar, se efectúa la extensión del raquis. Desde posición de tendido prono, sobre una mesa quedando el tronco desde la cadera, teniendo como referencia de último apoyo la espina iliaca antero-superior. Las piernas se sujetan con una cincha, se colocan las manos cruzadas tocando el hombro contrario y en ese momento se activa el tiempo en el que se mantiene de forma isométrica la extensión del raquis durante el mayor tiempo posible.

Seguidamente, se realiza una flexión de tronco bilateral. Desde la posición de sedestación se sitúan ambas rodillas en flexión, con los brazos cruzados situando cada mano en su hombro contrario, con la espalda apoyada en una superficie de 60°. Tras 10 segundos, se retira el apoyo.

La última prueba, es un puente lateral por ambos lados, derecho e izquierdo. Desde tendido lateral, sin apoyo de piernas o rodillas, se realiza la contracción de la musculatura abdominal lateral.

Una vez realizadas las pruebas los tiempos son normalizados, estableciendo como valor 1 la mayor duración realizada (teniendo en cuenta el 1º ejercicio) y a las restantes los porcentajes correspondientes. Entre cada ejercicio de esta prueba se estableció un tiempo de recuperación de dos minutos.

4) La última valoración fue la activación muscular eléctrica. Con el sujeto en posición de bipedestación, se secó del posible sudor la zona destinada a la colocación de electrodos marcada al inicio de la sesión, utilizando algodón. Con alcohol impregnado en otra porción de este material, se limpió la zona, y con una máquina de afeitar desechable se rasuró la zona dejándola libre de posibles interferencias al adhesivo del electrodo y de distorsiones de la señal eléctrica por impedancia. Seguidamente, se volvió a limpiar la zona con alcohol y se secó con algodón para que la piel estuviera limpia y seca. Colocación de electrodos:

- Trapecio dorsal: Tras localizar la 7ª vértebra torácica, en línea con el vértice de la escápula, se disponen ambos electrodos en línea y centrados, en la distancia intermedia entre el raquis y el vértice dorsal.
- Multifídus lumbar: A la altura de la 3ª vértebra lumbar, en línea con la cresta ilíaca, se sitúa el primer electrodo 2 cm hacia el exterior. El segundo se ubica debajo y de forma oblicua hacia el exterior.

En todos los casos, dos electrodos se situaron con separación máxima de 2 cm entre ellos en el vientre muscular, y un tercer electrodo (de toma de tierra) se dispuso de forma perpendicular a los anteriores. La colocación fue bilateral, y el orden por número de canal fue la siguiente: 1) Canal 1: Trapecio dorsal derecho, 2) Canal 2: Trapecio dorsal izquierdo, 3) Canal 3: Multifídus lumbar derecho, 4) Canal 4: Multifídus lumbar izquierdo. Los electrodos empleados fueron del modelo Lessa Pediatric Electrode de 30 mm de diámetro y se colocaron según indican la SENIAM y Criswell (Criswell, 2010; SENIAM, 2017). Para el registro electromiográfico, se empleó el dispositivo modelo Megawin ME6000-T8 (Bittium Corporation, Oulu, Finlandia), de 8 canales, con un peso de 344 gr La frecuencia de

muestreo fue de 1Khz, y cada uno de los intentos almacenados tuvo una duración de 5 segundos.

Tras el registro de los datos, se convirtieron de analógico a digital (12-bit; DAQCard-700; National Instrument, Austin, USA), desde el Software Biomonitor Megawin ME6000-T8 y se guardaron en un disco duro para su protección y posterior análisis, en archivos con la extensión .ASC. Para el análisis de la señal, se utilizó un programa específico, Matlab (R2015a) (Mathworks Inc., Natick, USA). En primer lugar, se aplicó un filtro pasabanda *Butterworth* de cuarto orden, de entre 20 y 400 Hz para el filtrado de la señal, descartando las frecuencias inespecíficas. A continuación, se realizó el rectificado o RMS (*Root Mean Square*) dividiendo el tramo de medición en 100 puntos. Por último, se realizó el segmentado recogiendo los tres segundos centrales de la señal, en su parte más estable. Se han recogido los datos de la amplitud máxima de la señal ejecutando la prueba de Biering-Sorensen. Se tuvo en cuenta la Máxima contracción voluntaria isométrica (MCVI) bilateral de los sujetos diferenciando la musculatura del trapecio en su porción dorsal y del multifídus lumbar. Se realizó dos veces cada prueba, para evitar errores de medida debidos a la inexperiencia en la ejecución de este tipo de ejercicio en principiantes y se recogió el resultado máximo, con dos minutos de pausa entre cada una de ellas para evitar cuadros de fatiga (Billat, 2002).

En el caso del trapecio, se situó a la participante en posición de tendido prono, sobre la camilla ocupando la superficie del cuerpo hasta quedar libre la parrilla costal contra gravedad, cruzando los brazos hasta tocar con la mano el hombro contrario. Las piernas se sujetaron con dos cinchas (una bajo los glúteos y otra a la altura de la pierna) para poder desarrollar mayor fuerza. Bajo la resistencia del examinador, se solicitó la extensión del raquis contrayendo la musculatura dorsal con la máxima fuerza posible durante 5 segundos.

Se siguió el mismo procedimiento con el multifídus lumbar. Se varió la posición del cuerpo hasta quedar el tronco desde la cadera, libre de apoyo. Bajo la resistencia del examinador, se realizó una extensión del raquis contrayendo la musculatura lumbar con la máxima fuerza posible durante cinco segundos.

Se siguieron los mismos procedimientos en la segunda medición tras la intervención (Figura 1). Todas las pruebas, excepto la de electromiografía, fueron registradas digitalmente mediante archivos de vídeo y foto para su posterior revisión. Los resultados fueron transcritos en una hoja de registro diseñada expresamente para dicho fin. Se anotaron los resultados sí/no y positivo/negativo, resultantes de las pruebas de Langlade y Thomas y los nombres de los archivos de vídeo y EMG correspondientes a las pruebas del Test de McGill.



Figura 1. Imagen de las pruebas de evaluación. Nota: De izquierda a derecha: 1) Test de Langlade. 2) Test de Thomas. 3) Test de McGill. 4) Electromiografía.

La intervención duró cuatro semanas, en las que la línea conductora fueron ejercicios destinados a mejorar la estabilidad raquídea, al desarrollo muscular y a integrar la neutralidad del raquis en ejercicios analíticos e isométricos, característicos de programas de esta naturaleza (Borreani et al., 2014; Colado et al., 2011), que permiten la asimilación de

patrones neuromotores correctivos en las acciones de la vida cotidiana. Se realizaron en primer lugar los ejercicios de fortalecimiento y en segundo término los correctivos, haciéndolos coincidir con la fase de vuelta a la calma de las sesiones lectivas de Educación Física. La descripción de los ejercicios encuentra en las Tablas 2 a 5.

Tabla 2.

1º bloque. Ejercicios de fortalecimiento, semanas 1 y 2

Nº	Nombre	Descripción	Series	Repeticiones	Imagen
1	Extensión de cadera en banco	Desde tendido supino con apoyo de los pies en un banco sueco. Realizar extensión de cadera de forma continuada.	2	15	
2	Puente prono	Desde tendido prono con apoyo sobre los antebrazos. Realizar contracción de la musculatura abdominal-lumbar, hasta que caderas y rodillas pierdan contacto con la superficie.	2	15 seg	
3	Abdominal crunch	Desde tendido supino con rodillas en flexión y manos tras la nuca. Realizar flexión de tronco continua.	2	15	
4	Remo	Desde bipedestación bipodal, con hombros en flexión y codos extendidos, sujetando un asa de tubos elástico con cada mano. Realizar extensión lateral del hombro de forma continua.	2	15	

Tabla 3.
1º bloque. Ejercicios correctivos, semanas 1 y 2

Nº	Nombre	Descripción	Series	Repeticiones	Imagen
1	Puente lateral	Desde tendido lateral. Realizar contracción de la musculatura abdominal antero-lateral, hasta que tanto caderas como rodillas pierdan contacto con la superficie.	1	10 seg cada lado	
2	Puente prono	Desde tendido prono con apoyo sobre los antebrazos. Realizar contracción de la musculatura abdominal-lumbar, hasta que caderas y rodillas pierdan contacto con la superficie.	1	15 seg	
3	Bird-dog	Desde cuadrupedia. Realizar flexión completa de un hombro y de su codo correspondiente, a la vez que la extensión de la cadera y rodilla del lado contrario.	1	10	
4	Cat-camel	Desde cuadrupedia, realizar flexo-extensión del raquis de forma pausada, manteniendo la alineación cervical.	2	10	
5	Estiramiento del raquis	Desde tendido supino, con espada en apoyo, rodillas flexionadas y las manos recogiendo las rodillas. Mantener la posición, tratando de notar estiramiento dorso-lumbar.	1	20 seg	

Tabla 4.
2º bloque. Ejercicios de fortalecimiento, semanas 3 y 4

Nº	Nombre	Descripción	Series	Repeticiones	Imagen
1	Extensión de cadera en banco	Desde tendido supino con apoyo de los pies en un banco sueco. Realizar extensión de cadera de forma continuada.	2	15	
2	Puente lateral	Desde tendido lateral. Realizar contracción de la musculatura abdominal antero-lateral, hasta que tanto caderas como rodillas pierdan contacto con la superficie.	2	10 seg cada lado	
3	Lumbar dinámico	Desde bipedestación unipodal. Inclinar el tronco adelante con la pierna libre alineada.	1	5 cada lado	
4	Remo	Desde bipedestación bipodal, con hombros en flexión y codos extendidos, sujetando un asa de tubos elástico con cada mano. Realizar extensión lateral del hombro de forma continua.	2	15	

Tabla 5.
2º bloque. Ejercicios correctivos, semanas 3 y 4

Nº	Nombre	Descripción	Series	Repeticiones	Imagen
1	Puente prono	Desde tendido prono con apoyo sobre los antebrazos. Realizar contracción de la musculatura abdominal-lumbar, hasta que caderas y rodillas pierdan contacto con la superficie.	1	15 seg	
2	Extensión de cadera	Desde tendido supino con rodillas flexionadas. Realizar extensión de cadera hasta que éstas pierdan el contacto con la superficie.	1	15	
3	Balanceo pélvico	Desde tendido supino con rodillas flexionadas. Realizar anteversión y retroversión pélvica de forma continua.	1	20	
4	Bird-dog	Desde cuadrupedia. Realizar flexión completa de un hombro y de su codo correspondiente, a la vez que la extensión de la cadera y rodilla del lado contrario.	1	10	
5	Cat-camel	Desde cuadrupedia, realizar flexo-extensión del raquis de forma pausada, manteniendo la alineación cervical.	2	10	

Análisis estadístico

Tras verificar que todas las variables seguían una distribución normal con la prueba de Shapiro-Wilk, se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables cualitativas (frecuencias absolutas y relativas) y de las cuantitativas (media, desviación típica y rango). Para determinar posibles cambios en una misma variable cuantitativa en dos momentos diferentes (pre- y post-), se utilizó la prueba T Student para muestras relacionadas en las pruebas paramétricas (electromiografía y test de McGill) y en las no paramétricas (test de Langlade y test de Thomas) se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Para establecer relaciones entre diferentes variables en cada grupo (tres y cuatro semanas), se utilizó la correlación de Pearson, entre los resultados de post-test de McGill y la activación muscular en el post-test, y entre las pruebas de Langlade post-test y Tomas post-test, la correlación Rho Spearman. Finalmente, se realizó una prueba predictiva de regresión lineal para los resultados de activación muscular. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 23.0 para Windows. El nivel de significación se estableció en $p < .05$.

Resultados

Pruebas posturales

En el caso de las pruebas posturales no paramétricas, se realizó una prueba de rangos con signo Wilcoxon para muestras relacionadas. Se encontraron diferencias significativas en el ítem 5 ($t = -2,333; p = .02$) y en el 6 ($t = -2,414;$

$p = .04$). El estadístico no encontró diferencias significativas entre el pretest y posttest en el plano frontal con visión anterior y posterior, aunque se aprecian mejoras en todas las variables. En la Tabla 6, se estiman los resultados del test de Langlade en el plano sagital.

Tabla 6.
Resultados del test de Langlade (plano sagital)

Variable	Test	Resultado	Frecuencia (N°)	Porcentaje (%)	Sig.
1 El vértex de la cabeza y el cuello ha de estar horizontal	Pre	Sí	14	87.5	.317
		No	2	12.5	
	Post	Sí	15	93.8	
2 El mentón ha de estar ligeramente retrotraído	Pre	Sí	14	87.5	.317
		No	2	12.5	
	Post	Sí	15	93.8	
3 Los hombros han de hallarse descendidos y en una línea paralela a la superficie de apoyo	Pre	Sí	16	100	.317
		No	0	0	
	Post	Sí	15	93.8	
4 El vértice del acromion debe estar alineado con el lóbulo de la oreja y la parte central del trocánter mayor	Pre	Sí	2	12.5	.157
		No	14	87.5	
	Post	Sí	4	25	
5 La espina iliaca antero-superior y la sínfisis púbica han de estar en línea	Pre	Sí	6	37.5	.020*
		No	10	62.5	
	Post	Sí	13	81.3	
6 Las rótulas deben mirar adelante y estar comprendidas en el mismo plano vertical que pasa por el centro del talón y el antepié	Pre	Sí	9	56.3	.046*
		No	7	43.8	
	Post	Sí	13	81.3	
7 El arco interno del pie ha de ser elástico	Pre	Sí	15	93.8	.317
		No	1	6.3	
	Post	Sí	16	100	
8 El tendón de Aquiles ha de continuarse en una sola línea.	Pre	Sí	16	100	1.000
		No	0	0	
	Post	Sí	16	100	
		No	0	0	

Nota: Sig.= Significancia. * $p \leq .05$.

En el análisis estadístico de Wilcoxon para muestras relacionadas en la prueba de Thomas, no se obtuvieron diferencias significativas en el grupo completo de alumnas, pero en el caso de las que realizaron las tres semanas, se aprecian significancia en la pierna derecha en relación con un resultado negativo ($t = -1,547; p = .04$), como se aprecia en la Tabla 7.

La correlación rho Spearman, entre los resultados de post-test de Langlade y el test de Thomas en el post-test, mostró una asociación lineal estadísticamente significativa, media y proporcional ($r = .577; p < .00$), entre la puntuación de Langlade y el test de Thomas en el grupo de alumnas. Se observa la significancia estadística de r en la prueba Langlade en plano sagital ($p = .03$), con plano frontal posterior ($p = .04$). En la prueba Thomas, en lado derecho (p

$= .04$) e izquierdo ($p = .04$) como se aprecia en la Tabla 8.

Tabla 7.
Resultados del test de Thomas con alumnas que realizan tres semanas

Test	Resultado	Frecuencia (N°)	Porcentaje (%)	Sig.
Pierna izquierda	Pre	Positivo	8	50
		Negativo	8	50
	Post	Positivo	7	43.8
		Negativo	9	56.3
Pierna derecha	Pre	Positivo	13	81.3
		Negativo	3	18.8
	Post	Positivo	12	75
		Negativo	4	25

Nota: Sig.= Significancia. * $p \leq .05$.

Tabla 8.
Resultados de la correlación Langlade y test de Thomas en el post-test

	Plano sagital	Plano frontal (anterior)	Plano frontal (posterior)	Test Thomas pierna izquierda	Test Thomas pierna derecha
Plano sagital	r	1	0,149	Test Thomas pierna izquierda	.582
	Sig.		.582		.396
	N		16	16	16

	r	1	-.067	-.691	.218
Plano frontal (anterior)	Sig.		.806	.304	.417
	N		16	16	16
	r	1	.509*	-.277	
Plano frontal (posterior)	Sig.			.044	.510
	N			16	16
	r		1	.509*	
Test Thomas pierna izquierda	Sig.				.044
	N				16
	r			1	
Test Thomas pierna derecha	Sig.				
	N				16

Nota: r = Coeficiente de Correlación de Pearson, Sig.= Significación. **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Para la prueba paramétrica de test de McGill, se aplicó la prueba t Student para muestras relacionadas. La media de cada una de las técnicas no mostró diferencias significativas para el grupo completo de alumnas, pero para las que realizaron cuatro semanas existe diferencia significativa en la extensión del raquis ($t = -.509$; $p = .03$), como se aprecia en la Tabla 9.

Para los resultados de la electromiografía, se obtuvieron los datos de la prueba t Student para muestras relacionadas. En la media general para todas las alumnas no se apreciaron diferencias significativas, pero en el caso de aquellas con tres semanas existe significancia en el Trapecio dorsal Izquierdo ($t = .166$; $p = .01$), y el multifidus lumbar izquierdo ($t = .844$; $p = .00$). Las alumnas con cuatro semanas muestran diferencias significativas en el Trapecio dorsal Derecho ($t =$

$.925$; $p = .00$), y el multifidus lumbar derecho ($t = .767$; $p = .04$) como se aprecia en la Tabla 10.

Tabla 9. Resultados del test de McGill con alumnas que realizan cuatro semanas

Variable	Test	Media	Desviación estándar	Sig.
Extensión de raquis	Pre	0.766	0.286	.036*
	Post	0.819	0,227	
Flexión de tronco	Pre	0.820	0.224	.871
	Post	0.942	0.081	
Puente lateral derecho	Pre	0.3517	0.198	.733
	Post	0.438	0.124	
Puente lateral izquierdo	Pre	0.4371	0.330	.688
	Post	0.4690	0.169	

Nota: Sig.= Significancia. $p \leq .05^*$.

Tabla 10. Resultados de electromiografía entre las alumnas de tres y cuatro semanas.

Variable	Test	Media		Desviación		Sig.	
		3 sem.	4 sem.	3 sem.	4 sem.	3 sem.	4 sem.
MCVI Trapecio dorsal Izquierdo	Pre	554,32	743,97	311,50	347,09	.011*	.579
	Post	541,72	931,99	372,92	501,87		
MCVI Trapecio dorsal derecho	Pre	727,89	856,42	302,12	447,16	.123	.003*
	Post	691,89	849,77	406,04	727,30		
MCVI multifidus lumbar izquierdo	Pre	180,89	244,51	82,32	85,76	.004*	.526
	Post	226,10	272,09	135,95	100,40		
MCVI multifidus lumbar derecho	Pre	284,63	303,82	341,48	129,92	.704	.044*
	Post	179,35	322,43	88,36	123,03		

Nota: Sig.= Significancia. $p \leq .05^*$. Sem. = Semanas. MCVI= Máxima contracción voluntaria isométrica. Unidad de medida: (uV) microvoltios.

La correlación r de Pearson, entre los resultados de post-test de McGill y la activación muscular en el post-test encontró una asociación lineal estadísticamente significativa, considerable y proporcional ($r = .761$; $p < .05$), entre el puntaje la prueba McGill y los datos de la EMG en el grupo de alumnas. Se observa la significancia estadística de

r en la prueba McGill en extensión con el puente derecho ($p = .05$); e izquierdo ($p = .001$). En Flexión con puente derecho ($p = .05$); e izquierdo ($p = .001$) y en puente derecho con izquierdo ($p = .001$). En la prueba de EMG la significancia estadística de r se haya en dorsal izquierdo ($p = .009$) y dorsal derecho ($p = .006$) en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la correlación Mc Gill y la activación muscular EMG en el post-test

	POST mcgill Ex- tensión	POST mcgill Flexión	POST mcgill Puente dere- cho	POST mcgill Puente iz- quierdo	POST EMG Trapecio Dor- sal Izquierdo	POST EMG Trapecio Dorsal Derecho	POST EMG Multifidus Lumbar Iz- quierdo	POST EMG Multifidus Lum- bar Derecho	
POST McGill	r	1	-0.252	.662**	.746**	.475	.376	.084	.546*

Extensión	Sig.	.346	.005	.001	.063	.151	.757	.029
	N	16	16	16	16	16	16	16
POST McGill Flexión	r	1	-.720**	-.691**	.218	.106	.397	.282
	Sig.		.002	.003	.417	.697	.128	.289
	N		16	16	16	16	16	16
POST McGill Puente derecho	r		1	.882**	.178	.222	-.164	.247
	Sig.			.000	.510	.408	.545	.355
	N			16	16	16	16	16
POST McGill Puente izquierdo	r			1	.199	.240	-.129	.250
	Sig.				.459	.371	.633	.351
	N				16	16	16	16
POST EMG Trapecio Dorsal Izquierdo	r				1	.632**	.143	.406
	Sig.					.009	.598	.119
	N					16	16	16
POST EMG Trapecio Dorsal Derecho	r					1	.264	.657**
	Sig.						.323	.006
	N						16	16
POST EMG Multifidus Lumbar Izquierdo	r						1	.349
	Sig.							.186
	N							16
POST EMG Multifidus Lumbar Derecho	r							1
	Sig.							
	N							16

Nota: r = Coeficiente de Correlación de Pearson, Sig.= Significación. **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Por último, se realizó una prueba predictiva de regresión lineal para los resultados de las variables de activación muscular, con el objeto de comprobar si un mayor número de sesiones influiría positivamente en la activación muscular. Se considera que la regresión de la tendencia en la activación muscular sería creciente, aumentando la fuerza en cada grupo muscular, y se prueba la hipótesis de que a mayor número de sesiones esta correlacionará positivamente. Se encuentra que la pendiente $\beta = .68$, $t(68) = 71.54$, $p < .001$ fue estadísticamente significativa y por tanto se acepta la hipótesis de relación lineal entre electromiografía y sesiones de práctica. El valor de R^2 fue de .34 indicando que la variabilidad de la EMG es explicada por el número de sesiones realizadas. También se comprueba mediante el análisis de residuos que los datos se ajustaban bien a los supuestos del modelo de regresión lineal. Los resultados de dicha prueba se pueden observar en la Tabla 12:

Tabla 12.
Resultados regresión lineal de electromiografía

Variable	Test	R	R ²	Coefficientes no estandarizados
MCVI Trapecio dorsal Izquierdo	POST	.43	.18	195.13
MCVI Trapecio dorsal derecho	POST	.14	.02	78.93
MCVI multifidus lumbar izquierdo	POST	.19e	.03	22.99
MCVI multifidus lumbar derecho	POST	.58	.34	71.54

Nota: MCVI= Máxima contracción voluntaria isométrica.

Discusión

Tanto las evaluaciones como una monitorización adecuada de hábitos en edades tempranas, suponen un activo en la prevención de patologías en la edad adulta, al incluir variables predictivas en el ámbito de la actividad física (Ruiz-Ariza, de la Torre Cruz, Serrano, Oyarzún & López, 2021) y recomendaciones para la mejora de la calidad de vida.

El presente estudio fue diseñado para incluir ejercicios tanto en la fase de calentamiento de la sesión como en la de vuelta a la calma, aunque finalmente se decidió incluirlos únicamente en esta última, a petición de la profesora que debía ponerlo en práctica.

Las pruebas seleccionadas para el raquis, tal y como indica Abelin-Genevois (2021) son fundamentales, para garantizar una correcta distribución de tensiones y minimizar complicaciones y descompensaciones en la edad adulta. En esta línea, haciendo referencia al test de Langlade, se ha podido demostrar que son comunes las desalineaciones del raquis en los adolescentes, especialmente en el plano sagital, tal y como se desprende de los resultados de los ítems 5° y 6°, que pueden cambiar y mejorar ($p = .02$ y $p = .04$ respectivamente) con una práctica dirigida. En general, puede

apreciarse una elevada frecuencia de respuestas *no* respecto de ítems tan relevantes como el 4º, que hace referencia a la alineación del lóbulo de la oreja, acromion y trocánter mayor del fémur en el plano sagital, aspecto que invita a incidir sobre una mayor tonicidad de musculatura dorsal, dado el estado fásico en el que se encuentra, en contraposición con la tonicidad ventral (Kato et al., 2022).

Para gestionar estas variaciones de acortamiento muscular, el trabajo de amplitud de movimiento es básico. A pesar de no hallarse resultados de mejora significativos en este estudio, o una correlación destacable entre el Test de Langlade y la prueba de Thomas, está demostrada la menor incidencia de dolor al aplicar programas de desarrollo de la flexibilidad (Taşpınar, Angın & Oksüz, 2023). Esto resulta necesario vistos los resultados del Test de Thomas, en el que se detectan acortamientos unilaterales (fundamentalmente en la pierna izquierda), ve reflejada su tendencia a la mejoría sin registros significativos en una pierna (izquierda) y retroceso significativo en la otra ($p = .43$) cuando el tiempo de acondicionamiento es breve (tres semanas), mostrando que es un aspecto a vigilar de manera sistemática y que necesita de un mayor efecto adaptativo.

Es factible trabajarlo en las clases de Educación Física, por su capacidad de optimizar la alineación postural en unidades programáticas y, por ende, prevenir las patologías asociadas a desalineaciones (Korovessis, Koureas & Pappazisis, 2004; Young, Haig & Yamakawa, 2006). En esta línea, los resultados justifican su inclusión en el aula, concretamente, en los contenidos de higiene y educación postural mencionados en el currículo de la ESO y Bachillerato (Valenciana, 2015).

Además de este aspecto, el desarrollo de la fuerza muscular con fines preventivos, específicamente de la musculatura profunda, resulta clave en personas con dolor lumbar crónico (Xu, Fu & Wang, 2021). La prueba de McGill ha reflejado que las ratios temporales de los ejercicios de flexión de tronco y puentes laterales derecho e izquierdo, están dentro de los valores mínimos recomendables (.80, .44 y .42 respectivamente) mostrando mejoría relevante en la extensión del raquis ($p = .36$) tras cuatro semanas de acondicionamiento.

En pruebas isométricas como esta, grupos musculares como el transversal abdominal, son fundamentales en la estabilización del raquis (Hlaing, Puntumetakul, Khine & BoucAUT, 2021), por ello en el diseño del programa se incluyó en todas sus fases, siguiendo las directrices establecidas por McGill (2001) y Liebenson (1999), ampliamente utilizadas en investigaciones con fines similares, como los trabajos de Rodríguez-García, López-Miñarro y Santonja (2013), Moreira et al. (2012), Durall et al. (2009), o Fanucchi et al. (2009).

Además de este test, la EMG aporta la cantidad de activación y la simetría en la que se produce, estableciendo entre ambas variables, correlaciones significativas en el posttest. Se puede observar el incremento de la fuerza (lado derecho) tanto en zona torácica ($p = .003$) como en zona lumbar ($p = .044$) y el hecho de que las medias de activación

son más elevadas a mayor número de sesiones.

Los resultados de la regresión lineal no reportan cambios sustanciales, en cantidad o simetría, sugiriendo únicamente, que una mayor duración del programa hubiera influido en el incremento del trapecio dorsal izquierdo, cuya activación mejoraría en 195.13 microvoltios por cada sesión adicional, como ocurre en programas con una duración de seis semanas o superiores (Allen, Hannon, Burns & Williams, 2014; Durall et al., 2009; Fanucchi, Stewart, Jordaan & Becker, 2009; Hill & Keating, 2015; Moreira, Akagi, Wun, Moriguchi & Sato, 2012; Rodríguez-García, López-Miñarro & Santonja, 2013). Por otro lado, está en la línea de Ribas et al. (2022), quienes sustentan que una intervención de alto impacto, tiene efectos positivos no solo al finalizar, perduran a medio plazo y reducen el riesgo de lesión, mejoran la capacidad funcional y el bienestar general (Duncan, Rodríguez, y Liebenson, 2019).

Es importante destacar, además del aspecto cuantitativo de las pruebas, el interés mostrado por las participantes, tanto por experimentar las evaluaciones como por el programa de ejercicios, situación que derivó en una gran cantidad de preguntas respecto a sendos aspectos, en el tiempo compartido con ellas en las mediciones. Este interés general estuvo motivado por los antecedentes de dolor lumbar agudo que, de modo más o menos leve, casi la totalidad de las participantes, aseguraron haber sufrido en algún momento de su vida. Mostraban la esperanza de encontrar algún recurso que facilitara paliar este tipo de dolencias en un futuro, algo acorde con lo indicado por Ballestra et al. (2022), quienes indicaban que ese diálogo en el que se establece una vía clara de acción contra el dolor, puede facilitar la rapidez de la recuperación y reafirma el objeto de estudio de esta investigación (Behm & Colado, 2012; Jones & Macfarlane, 2005; Michaleff et al., 2014).

Conclusiones

Los resultados resaltan la importancia de realizar distintos tipos de pruebas para detectar e interpretar el desalineación, acortamientos o patrones de activación muscular que posibiliten trazar una mejor estrategia de prevención.

Por otra parte, diseñar ejercicios específicos de baja complejidad y fácilmente reproducibles, que puedan adaptarse a las posibilidades individuales de los sujetos, en este caso estudiantes adolescentes. Por último, estos programas deben establecerse a largo plazo para que puedan obtenerse tanto adaptaciones fisiológicas como modificaciones en los hábitos de práctica de actividad física.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo queremos expresar nuestro agradecimiento al alumnado, profesorado y la dirección del IES Rascanya-Antonio Canyuelo por su disposición en la realización de este estudio.

Referencias

- Abelin-Genevois, K. (2021). Sagittal balance of the spine. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR*, 107(1S), 102769. doi:10.1016/j.otsr.2020.102769
- Allen, B., Hannon, J., Burns, R., y Williams, S. (2014). Effect of a core conditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 2063-2070. doi:10.1519/JSC.0000000000000352
- Ambrosio, L., Mazzuca, G., Maguolo, A., Russo, F., Cannata, F., Vadalà, G., . . . Denaro, V. (2023). The burden of low back pain in children and adolescents with overweight and obesity: From pathophysiology to prevention and treatment strategies. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, 15(8), 1759720X231188831. doi:10.1177/1759720X231188831
- Antonio, J., Espada-Mateos, M., Abián-Vicén, J., y Abián-Vicén, P. (2019). Curvatura del raquis en escolares y relación del peso de sus mochilas con el grado de incapacidad física en función del sexo. *Retos: Nuevas Perspectivas De Educación Física, Deporte Y Recreación*, 36, 245-250. doi:https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.67154
- Ballestra, E., Battaglini, A., Cotella, D., Rossetini, G., Romero, E. A. S., y Villafañe, H. (2022). Do patients' expectations influence conservative treatment in chronic low back pain?: A narrative review. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (46), 395-403.
- Behm, D., y Colado, J. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226-41. doi:PMC3325639
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Bizzoca, D., Solarino, G., Pulcrano, A., Brunetti, G., Moretti, A., Moretti, L., . . . Moretti, B. (2023). Gender-related issues in the management of low-back pain: A current concepts review. *Clinics and Practice*, 13(6), 1360-1368. doi:10.3390/clinpract13060122
- Borreani, S., Calatayud, J., Martin, J., Colado, J. C., Tella, V., & Behm, D. (2014). Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. *Gait & posture*, 39(1), 404-409. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.08.006 [doi]
- Boutellier, A., Nüesch, C., Suter, P., Perrot, G., y Mündermann, A. (2022). Trunk muscle function and its association with functional limitations in sedentary occupation workers with and without chronic nonspecific low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 35(4), 783-791. doi:10.3233/BMR-200269
- Cáceres, A., Vera, M., Alfonso-Mora, M., González, P., Méndez, J., Becerra, A., . . . Martín, R. (2023). Relación entre la exposición a pantallas, el comportamiento sedentario y el dolor musculoesquelético en adolescentes: Revisión sistemática. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (50), 1064-1070. doi:https://doi.org/10.47197/retos.v50.99865
- Calatayud, J., Borreani, S., Martin, J., Martin, F., Flandez, J., & Colado, J. (2015). Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions. *Gait & posture*, 42(2), 186-192. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.05.008 [doi]
- Calvo-Muñoz, I., Gómez-Conesa, A., y Sánchez-Meca, J. (2012). [Prevalence of low back pain during childhood and adolescence: A systematic review]. *Revista Española De Salud Pública*, 86(4), 331-356. doi:10.4321/S1135-57272012000400003
- Castillo, M. (2000). La importancia de la educación postural en escolares como método de prevención del dolor de espalda. *Medicina General*, , 464-466.
- Colado, J., Pablos, C., Chulvi-Medrano, I., Garcia-Masso, X., Flandez, J., & Behm, D. (2011). The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(11), 1875-1883. doi:10.1016/j.apmr.2011.05.015 [doi]
- Crisswell, E. (2010). *Cram's introduction to surface electromyography, 2d ed*. Portland: Ringgold, Inc.
- Durall, C., Udermann, B., Johansen, D., Gibson, B., Reincke, D., 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:10.1519/JSC.0b013e31818b93ac
- Fanucchi, G., Stewart, A., Jordaan, R., y Becker, P. (2009). Exercise reduces the intensity and prevalence of low back pain in 12-13 year old children: A randomised trial. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 97-104. doi:10.1016/s0004-9514(09)70039-x
- Gallego, C., Martín, J., Ruiz, L., y Ros, C. (2018). Pain perception in clarinetists with playing-related pain after implementing a specific exercise program. *Medical Problems of Performing Artists*, 33(4), 238-242. doi:10.21091/mppa.2018.4035
- Gallego, C., Ros, C., Ruiz, L., y Martín, J. (2019). La preparación física del músico. revisión sistemática. *Sportis (A Coruña)*, 5(3), 532-561. doi:10.17979/sportis.2019.5.3.5536
- García, A. (2019). Descripción del morfotipo raquídeo en diferentes posiciones en tenistas jóvenes. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (36), 174-184. doi:https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.65707
- González-Gálvez, N., Carrasco-Poyatos, M., Vaquero-Cristóbal, R., y Marcos-Pardo, P. J. (2022). Dolor de espalda en adolescentes: Factores asociados desde un enfoque multifactorial (back pain in adolescents: Associated factors with a multifactorial approach). *Retos*, 43, 81-87. doi:https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.87389
- Hill, J., y Keating, J. (2015). Daily exercises and education

- for preventing low back pain in children: Cluster randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 95(4), 507-516. doi:10.2522/ptj.20140273
- Hlaing, S., Puntumetakul, R., Khine, E., y Boucaut, R. (2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 998. doi:10.1186/s12891-021-04858-6
- Jones, G., y Macfarlane, G. (2005). Epidemiology of low back pain in children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood*, 90(3), 312-316. doi:10.1136/adc.2004.056812
- Kahn, J., Huang, B., Gillman, M., Field, A., Austin, S., y Colditz, G. (2008). Patterns and determinants of physical activity in US adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 42(4), 369-377. doi:10.1016/j.jadohealth.2007.11.143
- Kato, K., Ootoshi, K., Tominaga, R., Kaga, T., Igari, T., Sato, R., y Konno, S. (2022). Influences of limited flexibility of the lower extremities and occurrence of low back pain in adolescent baseball players: A prospective cohort study. *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 27(2), 355-359. doi:10.1016/j.jos.2021.01.008
- Kędra, A., Plandowska, M., Kędra, P., y Czaprowski, D. (2021). Physical activity and low back pain in children and adolescents: A systematic review. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 30(4), 946-956. doi:10.1007/s00586-020-06575-5
- Kim, B., y Yim, J. (2020). Core stability and hip exercises improve physical function and activity in patients with non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 251(3), 193-206. doi:10.1620/tjem.251.193
- Kim, G., y Ha, S. (2015). Reliability of the modified thomas test using a lumbo-plevic stabilization. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 447-449. doi:10.1589/jpts.27.447
- Korovessis, P., Koureas, G., y Papazisis, Z. (2004). Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in schoolchildren and adolescents. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 17(1), 33-40. doi:10.1097/00024720-200402000-00008
- Langlade, A. (1990). *Gimnasia especial correctiva*. Buenos Aires: Estadium.
- Liebenson, C. (1999). *Manual de rehabilitación de la columna vertebral*. Barcelona: Paidotribo.
- Liu, Y., y Wang, Y. (2023). A comparative study of the efficacy of instrument-assisted soft tissue mobilization and massage techniques in patients with patellofemoral joint pain. *Frontiers in Medicine*, 10, 1305733. doi:10.3389/fmed.2023.1305733
- Matheve, T., Hodges, P., y Danneels, L. (2023). The role of back muscle dysfunctions in chronic low back pain: State-of-the-art and clinical implications. *Journal of Clinical Medicine*, 12(17), 5510. doi:10.3390/jcm12175510
- McGill, S. (2001). Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(1), 26-31. doi:10.1097/00003677-200101000-00006
- McGill, S., Childs, A., y Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(8), 941-944. doi:10.1016/s0003-9993(99)90087-4
- Michaleff, Z., Kamper, S., Maher, C., Evans, R., Broderick, C., y Henschke, N. (2014). Low back pain in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis evaluating the effectiveness of conservative interventions. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 23(10), 2046-2058. doi:10.1007/s00586-014-3461-1
- Minghelli, B., Nunes, C., y Oliveira, R. (2021a). Back school postural education program: Comparison of two types of interventions in improving ergonomic knowledge about postures and reducing low back pain in adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4434. doi:10.3390/ijerph18094434
- Minghelli, B., Nunes, C., y Oliveira, R. (2021b). Effectiveness of a back school and postural education program on the improvement of literacy about postures and low back pain in adolescents: A 1-year follow-up study. *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 26(4), 543-547. doi:10.1016/j.jos.2020.05.014
- Moreira, R., Akagi, F., Wun, P., Moriguchi, C., y Sato, T. (2012). Effects of a school based exercise program on children's resistance and flexibility. *Work (Reading, Mass.)*, 41 Suppl 1, 922-928. doi:10.3233/WOR-2012-0264-922
- Mutlu, C., Birinci, T., Senel, A., Mustafaoglu, R., Bulanik Koc, E., Karacetin, G., y Kaya Mutlu, E. (2023). A multi-dimensional assessment of internet gaming disorder in children and adolescents: A case-control study. *Work (Reading, Mass.)*, , 1089-1099. doi:10.3233/WOR-220652
- Oliva-Lozano, J., y Muyor, J. (2020). Core muscle activity during physical fitness exercises: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4306. doi:10.3390/ijerph17124306
- Parodi, C., Ojeda, C., Silva, T., Valdés, A., Rojas, F., y Mendoza, C. (2023). Creencias sobre el dolor lumbar en estudiantes de fisioterapia. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (49), 245-251. doi:https://doi.org/10.47197/retos.v49.98042
- Portela-Pino, I., Valverde-Esteve, T., y Martínez-Patiño,

- M. J. (2021). Age as a determining variable in the practice or abandonment of physical exercise among young people. *PLoS One*, 16(6), e0253750. doi:10.1371/journal.pone.0253750
- Ribas, J., Gomes, M., Montes, A., Ribas, C., y Duarte, J. (2022). Resolution of chronic lower back pain symptoms through high-intensity therapeutic exercise and motor imagery program: A case-report. *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(10), 1545-1552. doi:10.1080/09593985.2020.1839985
- Rodríguez-García, P. L., López-Miñarro, P. A., y Santonja, F. M. (2013). The effect of school physical education programmes on low-back pain in school children. *Journal of Physical Education & Health-Social Perspective*, 4(2), 43-48. doi:<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:79409593>
- Ruiz-Ariza, A., de la Torre Cruz, M. J., Serrano, S. L., Oyarzún, J. C., y López, E. J. M. (2021). Analysis of the effect size of overweight in speed-agility test among adolescents reference values according to sex, age and BMI. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (40), 157-163. doi:<https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.79275>
- Sallis, J., McKenzie, T., Conway, T., Elder, J., Prochaska, J., Brown, M., . . . Alcaraz, J. (2003). Environmental interventions for eating and physical activity: A randomized controlled trial in middle schools. *American Journal of Preventive Medicine*, 24(3), 209-217. doi:10.1016/s0749-3797(02)00646-3
- Schoenfeld, B., y Snarr, R. (2021). *NSCA's essentials of personal training*. Champaign: Human Kinetics.
- SENIAM. (2017). Sensor locations. Recuperado de http://seniam.org/sensor_location.htm
- Shaw, J., Jacobs, J., Van Dillen, L., Beneck, G., y Smith, J. (2024). Understanding the Biering-Sørensen test: Contributors to extensor endurance in young adults with and without a history of low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 74, 102854. doi:10.1016/j.jelekin.2023.102854
- Slingerland, M., y Borghouts, L. (2011). Direct and indirect influence of physical education-based interventions on physical activity: A review. *Journal of Physical Activity & Health*, 8(6), 866-878. doi:10.1123/jpah.8.6.866
- Stoev, I., Powers, A., Puglisi, J., Munro, R., y Leonard, J. (2012). Sacroiliac joint pain in the pediatric population. *Journal of Neurosurgery. Pediatrics*, 9(6), 602-607. doi:10.3171/2012.2.PEDS11220
- Taşpınar, G., Angın, E., y Oksüz, S. (2023). The effects of pilates on pain, functionality, quality of life, flexibility and endurance in lumbar disc herniation. *Journal of Comparative Effectiveness Research*, 12(1), e220144. doi:10.2217/cer-2022-0144
- Telama, R. (2009). Tracking of physical activity from childhood to adulthood: A review. *Obesity Facts*, 2(3), 187-195. doi:10.1159/000222244
- Valenciana, G. (2015). DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la comunitat valenciana. *Diari Oficial De La Comunitat Valenciana (DOCV)*, De, 10, 17437-18582.
- Xu, C., Fu, Z., y Wang, X. (2021). Effect of transversus abdominis muscle training on pressure-pain threshold in patients with chronic low back pain. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 13(1), 35. doi:10.1186/s13102-021-00262-8
- Young, I., Haig, A., y Yamakawa, K. (2006). The association between backpack weight and low back pain in children. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 19(1), 25-33. doi:10.1016/j.jtumed.2017.06.005

Datos de los/as autores/as:

Julio Martín Ruiz	julio.martin@ucv.es	Autor/a
Jacob Peris Perales	jacob.peris@ucv.es	Autor/a
María Teresa Ferrer Adelantado	maitedidac@gmail.com	Autor/a
Clara Gallego Cerveró	clara.gallego@ucv.es	Autor/a
Ignacio Tamarit Grancha	ignacio.tamarit@ucv.es	Autor/a
Laura Ruiz Sanchis	laura.ruiz@ucv.es	Autor/a