

Efectos del uso de la realidad virtual sobre la plataforma inestable ICAROS® en la capacidad de salto vertical de estudiantes universitarios

Effects on vertical jump performance of university students using virtual reality on the ICAROS® unstable platform.

*Frano Giakoni-Ramírez, *Rodrigo Yañez-Sepúlveda, *Catalina Muñoz-Strale, **, ***Daniel Duclos-Bastías, ****Andrés Godoy-Cumillaf, *****Juan Pablo Melej Elgart, *****Cristóbal Ramírez Facusse

*Universidad Andres Bello, **Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ***Universidad de Castilla - La Mancha, ****Universidad Autónoma de Chile, *****Feel and Move

Resumen. El uso de la realidad virtual y plataformas inestables en el ámbito deportivo ha ganado interés en el último tiempo por su potencial para mejorar el rendimiento físico gracias a la simulación de distintos entornos. En este sentido, es necesario investigar los efectos del ejercicio de alta intensidad utilizando realidad virtual en una plataforma inestable sobre la fuerza de las extremidades inferiores, por lo cual, el objetivo planteado fue identificar el efecto agudo de una sesión de realidad virtual con una plataforma inestable para repetir saltos en estudiantes universitarios. Para la investigación se incluyó una muestra de 268 estudiantes universitarios divididos en tres grupos. Se evaluó la fuerza de las extremidades inferiores a través de saltos, tanto PRE y POST ejercicio. Se observaron diferencias en la altura del Squat Jump (SJ) dentro de tres grupos ($F=39.32$; $p<0.001$; $d=0.217$). En el counter movement jump (CMJ) también se observaron diferencias ($F=11.67$; $p<0.001$; $d=0.076$). No hubo diferencias en la altura de salto abalakov (ABALA) entre los grupos ($F=8.73$; $p<0.001$; $d=0.058$). Sin embargo, no se registraron diferencias entre los grupos antes y posterior a la intervención ($p<0.05$). El ejercicio de alta intensidad en realidad virtual en una plataforma inestable mejoró la fuerza y la capacidad de salto en estudiantes universitarios, en comparación con un ejercicio similar en una superficie estable. Sin embargo, el grupo ICAROS no mostró mejoras significativas en la altura de los saltos, aunque sí redujo el tiempo de duración entre ciertos saltos en la plataforma inestable. Estos resultados se relacionan con el fenómeno de potenciación postactivación (PAP) después del ejercicio intenso. En conclusión, este estudio sugiere que el ejercicio de alta intensidad usando realidad virtual en una plataforma inestable puede mejorar la fuerza de los miembros inferiores en estudiantes universitarios. Estos hallazgos subrayan el potencial de la realidad virtual como una herramienta innovadora en el entrenamiento deportivo.

Palabras clave: Realidad virtual, plataformas inestables, PAP, PAPE, Icaros Cloud 360

Abstract. The use of virtual reality and unstable platforms in sports has recently gained interest due to its potential to improve physical performance by simulating different environments. In this sense, it is necessary to investigate the effects of high-intensity training using virtual reality on an unstable platform on the strength of the lower extremities, therefore the objective was to determine the acute effect of a virtual reality session with an unstable platform on repetitive jumps in university students. The research involved a sample of 268 university students divided into three groups. Lower limb strength was assessed by jumping, both PRE and POST. Differences in squat jump (SJ) height were observed within the three groups ($F=39.32$; $p<0.001$; $d=0.217$). Differences were also observed in the counter movement jump (CMJ) ($F=11.67$; $p<0.001$; $d=0.076$). There were no differences in Abalakov's jump height (ABALA) between groups ($F=8.73$; $p<0.001$; $d=0.058$). However, there were no differences between groups before and after the intervention ($p<0.05$). High-intensity virtual reality exercise on an unstable platform improved strength and jumping ability in college students compared to similar exercise on a stable surface. However, the ICAROS group did not show significant improvements in jump height, although they did reduce the time between certain jumps on the unstable platform. These results are related to the phenomenon of post-activation potentiation (PAP) after intense exercise. In conclusion, this study suggests that high-intensity exercise using virtual reality on an unstable platform can improve lower limb strength in college students. These findings highlight the potential of virtual reality as an innovative tool in sports training.

Keywords: Virtual reality, unstable platforms, PAP, PAPE, Icaros Cloud 360

Fecha recepción: 26-06-24. Fecha de aceptación: 03-09-24

Frano Giakoni-Ramírez
frano.giakoni@unab.cl

Introducción

Recientemente, los ejercicios de resistencia realizados sobre una superficie inestable se han convertido en parte del entrenamiento y la rehabilitación en atletas. En consecuencia, su papel en el entrenamiento de fuerza orientado al rendimiento y la salud se ha convertido cada vez más en un tema de interés para los investigadores y especialistas en acondicionamiento físico. La característica principal de los ejercicios de resistencia a la inestabilidad es una activación más pronunciada de los músculos estabilizadores (Zemkova, 2016), lo que permite generar una mejora de la respuesta muscular, dando utilidad

al fenómeno de potenciación postactivación (PAP) en deportes que exigen potencia (Boullousa et al., 2018). Así, los programas de entrenamiento en bases inestables han ganado relevancia (Lai et al., 2023; Lee & Kim, 2022; Nepocatych et al., 2018) al fomentar la propiocepción, regulada por receptores cutáneos y mecanorreceptores presentes en unidades músculo-tendinosas y articulaciones (Hirase et al., 2015). Estos ejercicios físicos, estimulan sistemas neuromusculares diversos, fortaleciendo el equilibrio dinámico y el control postural, además de contribuir al fortalecimiento muscular (Franklin et al., 2003). En adultos mayores, el entrenamiento de equilibrio en estas superficies mejora el equilibrio y fortalece

los músculos de las extremidades inferiores (Howe et al., 2011; Osoba et al., 2019). Así mismo, la realidad virtual (RV) ha demostrado ser un gran recurso en medicina y rehabilitación (Betker et al., 2006; Gatica et al., 2010). Esta tecnología ofrece simulaciones dinámicas y tridimensionales que sumergen al individuo en entornos altamente participativos (Gatica et al., 2010). En los últimos años, impulsado por los avances tecnológicos, la mayor accesibilidad y movilidad de los sistemas de realidad virtual, ha habido un enorme interés en las aplicaciones de realidad virtual en una amplia gama de dominios recreativos y de alto rendimiento, incluidos los deportes (Bailenson, 2018; Greengard, 2019). La RV se refiere a una experiencia simulada en un mundo virtual. A menudo utiliza cascos de realidad virtual para el seguimiento de poses y visualizaciones 3D cercanas al ojo para generar la sensación de inmersión en la experiencia simulada (Richlan et al., 2023). Cuando se usa correctamente, mantener los tiempos de sesión cortos y descansar para evitar el mareo virtual (también conocido como mareo cibernético, síntomas parecidos al mareo), la realidad virtual permite tareas de entrenamiento seguras y repetibles y controla el entorno de entrenamiento, incluidos los estímulos y la dificultad (Wood et al., 2021). Por lo tanto, la realidad virtual se considera una herramienta prometedora para la adquisición y perfeccionamiento de habilidades deportivas (Miles et al., 2012; Faure et al., 2019). Investigar la combinación de entrenamiento deportivo con realidad virtual resulta especialmente relevante y de gran interés científico, dado su potencial para optimizar el rendimiento físico (Giakoni-Ramírez et al., 2023). Este desarrollo tecnológico ha permitido además a los entrenadores contar con diferentes herramientas para optimizar el rendimiento físico (Giakoni-Ramírez et al., 2023), entre ellas se encuentra el uso de plataformas que generan la vibración de todo el cuerpo para aumentar el rendimiento en atletas (Wallman et al., 2019) como también en adultos no entrenados o atletas recreativos (Colson et al., 2010). Realizar contracciones máximas o submáximas puede aumentar drásticamente la producción de fuerza y el rendimiento deportivo, así como mejorar la potencia mecánica por encima del rendimiento voluntario previo, lo que generalmente se conoce como potenciación postactivación (PAP), aunque no es sinónimo de PAP "clásica" (es decir, contracción nerviosa provocada eléctricamente (Hamada et al., 2000).

El término potenciación postactivación (PAP) ha evolucionado en la literatura reciente, y ahora se describe más comúnmente como la mejora del rendimiento postactivación (PAPE) (Cuenca-Fernández et al., 2017). PAPE se refiere a los incrementos agudos en la producción voluntaria de fuerza o en el rendimiento del ejercicio que se observan después de contracciones musculares voluntarias de alta intensidad. Este fenómeno se debe a una serie de mecanismos fisiológicos, entre los que se incluyen el aumento de la temperatura muscular, el incremento en el contenido de agua dentro de los

músculos y sus fibras, así como la activación neuromuscular mejorada. Estos cambios temporales en las condiciones del músculo y el sistema nervioso central pueden contribuir a un estado óptimo para la realización de tareas físicas subsecuentes, mejorando así el rendimiento deportivo (Cuenca-Fernández et al., 2017). Más recientemente, se ha propuesto el término mejora del rendimiento postactivación (PAPE) con mecanismos y protocolos asociados diferentes a los de la PAP. Sin embargo, estos dos términos (PAP y PAPE) pueden no describir adecuadamente todas las respuestas y mecanismos de potenciación específicos y, en algunos casos, también pueden ser complementarios (Boullousa et al., 2020). Por lo tanto, independientemente del sexo, nuestros análisis sugieren que una actividad de preacondicionamiento puede aumentar la capacidad de producción de potencia en varias habilidades motoras (es decir, sprints, saltos, lanzamientos). Es relevante considerar que estos dos términos (PAP y PAPE) pueden no describir adecuadamente todas las respuestas y mecanismos de potenciación específicos y, en algunos casos, también pueden ser complementarios (Boullousa et al., 2020). En el ámbito del rendimiento físico y deportivo, el análisis del salto vertical se ha convertido en un indicador fundamental para evaluar la potencia, una de las manifestaciones de la fuerza, determinada por la capacidad de generar fuerza en el menor tiempo posible (Cormie et al., 2011). La capacidad de generar fuerza explosiva después de una actividad de preacondicionamiento ofrece información valiosa sobre la respuesta del sistema neuromuscular y su potencial para el rendimiento atlético, por lo que es interesante profundizar en los efectos de las plataformas inestables en estas variables de rendimiento. Las modalidades necesarias para provocar un efecto PAPE siguen siendo relativamente inexploradas: en particular, variar las repeticiones y series (volumen), la intensidad del ejercicio y los períodos de descanso (Tillin y Bishop, 2009). Las contracciones voluntarias dinámicas (Masamoto et al., 2003) e isométricas (French et al., 2003) se han utilizado como contracciones condicionantes para provocar una respuesta PAPE. El volumen de contracciones de acondicionamiento juega un papel clave en el inicio y la magnitud de PAPE en los practicantes de fuerza y acondicionamiento para mejorar el rendimiento de saltos posteriores (De Keijzer et al., 2020). Por otra parte, los programas de entrenamiento en bases inestables han ganado relevancia (Lee & Kim, 2022; Nepocatych et al., 2018) al fomentar la propiocepción, regulada por receptores cutáneos y mecanorreceptores presentes en unidades músculo-tendinosas y articulaciones (Hirase et al., 2015). Los ejercicios que utilizan una superficie de apoyo inestable ejercen menos tensión sobre las articulaciones que los ejercicios con pesas, mejoran la capacidad de equilibrio dinámico y el control postural y estimulan un mayor número de sistemas neuromusculares, al tiempo que mejoran la fuerza muscular (Kohler et al., 2010). Precisamente la estabilidad central se define como la capacidad de las articulaciones dentro de la zona central (que abarca la articulación del hombro, el

tronco, la articulación de la cadera y la pelvis, incluida una intrincada red de tejidos neurales y conectivos subsidiarios, como músculos y ligamentos) para resistir perturbaciones externas (por ejemplo, gravedad) y mantener una posición neutral (postura razonable) en los planos frontal, sagital y transversal, ya sea en un estado estacionario o dinámico (Cabrejas et al., 2022; Guo y Li, 2020).

Teóricamente la estabilidad central juega un papel fundamental en la mejora del rendimiento deportivo y la prevención de lesiones (Cabrejas et al., 2022; Ferri-Carua et al., 2020). La estabilidad del núcleo permite el control efectivo del tronco y la estabilización de la postura y proporciona una base fundamental para generar y transmitir la producción de fuerza entre las extremidades superiores e inferiores (Lee et al., 2024). En consecuencia, esta optimización de la producción y transmisión de fuerza o energía debería mejorar el rendimiento del salto vertical y disminuir la posibilidad de lesiones relacionadas con el deporte (Hibbs et al., 2008; Zemková y Zapletalová, 2022). Sin embargo, no hay consenso sobre el efecto de la estabilidad central en el rendimiento del salto vertical porque no todos los estudios han observado una mejora significativa (Schilling et al., 2013).

En base a lo señalado, el objetivo de este estudio fue investigar el efecto agudo de una sesión de entrenamiento utilizando realidad virtual en una plataforma inestable sobre la capacidad de realizar saltos repetidos en estudiantes universitarios. En particular, se analizó cómo esta combinación de tecnologías impacta en la altura de los saltos y en la eficiencia de la repetición de los mismos, comparando los resultados con los obtenidos en condiciones de entrenamiento en una superficie estable.

Método

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 286 estudiantes universitarios con una media de $20,1 \pm 6,1$ años, en donde el 62,59% fueron hombres y 37,41% mujeres. Todos los sujetos se dividieron en tres grupos aleatoriamente. La aleatorización se realizó con el uso de la plataforma online Randomizer (www.randomizer.com), quedando finalmente un grupo de control (n=80), un grupo de intervención con ejercicio dinámico (Skipping) (n=98) y un grupo de intervención a partir del uso de realidad virtual en una plataforma inestable (n=108).

Evaluaciones

Las evaluaciones e intervención se desarrollaron en el Laboratorio de Ciencias del Deporte y el Ejercicio de la Universidad Andrés Bello, Campus Casona de las Condes, Santiago de Chile, con ambiente controlado y una temperatura promedio de 18 grados, además una humedad relativa de 40,3 %. Todas las evaluaciones se realizaron en horario AM. Previo a

las evaluaciones se ajustaron las horas de sueño, la nutrición y los participantes no entrenaron alta intensidad 24 horas previas a la evaluación.

Previo a las evaluaciones se realizaron 3 sesiones de familiarización con los dispositivos de evaluación para disminuir el error técnico de medición, los investigadores retroalimentaron posturas y desarrollaron ajustes para una óptima valoración e intervención.

Instrumentos

Se utilizó una plataforma inestable ICAROS Cloud 360 de 155 cm x 123 cm x 40 cm (ICAROS GmbH®, Germany) con su respectivo soporte para Tablet y 1 par de bandas de resistencia 5 kg. El programa de ejercicios se realizó mediante el videojuego integrado en la App ICAROS, siguiendo los métodos descritos en investigaciones anteriores (Giakoni et al., 2023; Ochi et al., 2022; Xu et al., 2021).

Se optó por emplear la aplicación de la propia marca ICAROS debido a su facilidad de uso, especialmente para individuos sin experiencia previa en Realidad Virtual (RV) (Ochi et al., 2022). Se seleccionó el videojuego "Predator & Prey – Jurassic Catch Squats" de IcarosApp, el cual ofrece una simulación de carrera entre dos dinosaurios durante 1 minuto, donde el objetivo radica en alcanzar al dinosaurio líder. Para estimular el avance del dinosaurio en segundo lugar, se requiere que el participante realice inclinaciones alternas sobre la plataforma de base inestable ICAROS Cloud 360. Dichos movimientos de inclinación reproducen fielmente las pisadas del dinosaurio que persigue al líder, proporcionando así un impulso adicional para cerrar la distancia y alcanzar al dinosaurio principal.

Por último, se utilizó un sistema de temporización optoelectrónico para medir los saltos con el dispositivo Optojump (Microgate®, Bolzano, Italia). Este sistema consta de células fotoeléctricas que comprenden dos barras paralelas: una unidad transmisora y un receptor, cada una de $100 \times 4 \times 3$ cm, colocadas a una distancia aproximada de 1 m entre sí y en paralelo. El transmisor alberga 32 diodos emisores de luz, ubicados a 0,3 cm sobre el suelo y espaciados cada 3,125 cm. Estas barras se conectaron a un ordenador personal y se empleó el software propietario Optojump (versión 3.01.0001) para calcular la altura de los saltos. El sistema Optojump registró el tiempo de vuelo de los saltos verticales con una precisión de $1/1000$ s (1 kHz). La altura de salto se determinó utilizando la fórmula $9,81 \times (\text{tiempo de vuelo al cuadrado}) / 8$ (Bosco et al., 1983).

Intervenciones

Todas las evaluaciones se realizaron después de 3 minutos de finalizadas las intervenciones. Profesionales universitarios de las Ciencias del Deporte supervisaron las evaluaciones y las intervenciones. El protocolo se puede visualizar en la figura 1.

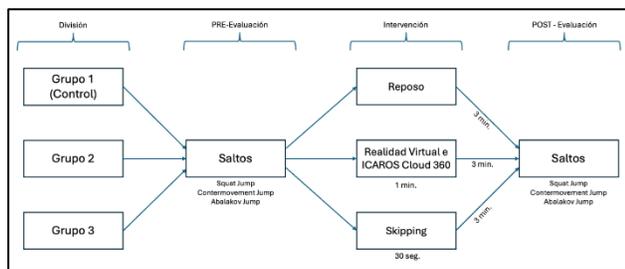


Figura 1. Protocolo de división, intervención y evaluación

Grupo 1 - Control

El grupo control se mantuvo en conducta sedentaria (<1,5 METs) acostado en una camilla clínica dentro del Laboratorio de Ciencias del Deporte y el Ejercicio durante el desarrollo de la intervención, en este tiempo estuvieron viendo videos y utilizando sus teléfonos móviles. No se permitió el consumo de bebidas ni alimentos.

Grupo 2 - ICAROS(R)

Este grupo realizó una sesión de 60 segundos de alta intensidad utilizando un sistema de realidad virtual (Predator & Prey) en plataforma inestable (ICAROS Cloud 360).

Grupo ejercicio Skipping

El grupo de ejercicio de Skipping, realizó una serie de ejercicio a alta intensidad durante 30 segundos previo a las evaluaciones.

Luego de cada intervención, todos los grupos participantes se sometieron a una evaluación utilizando un dispositivo de medición de saltos (Optojump Microgate®, Bolzano, Italia). Durante esta evaluación, llevaron a cabo tres tipos de saltos: Squat Jump (SJ), Contermovement Jump (CMJ) y Abalakov Jump (ABALA), en el que se registró tanto el tiempo de vuelo como la altura alcanzada en cada uno de ellos.

Consideraciones éticas

Todas las evaluaciones se realizaron siguiendo las recomendaciones internacionales de la declaración de Helsinki

para estudios en humanos (WMA, 2013). Previo a las evaluaciones los participantes firmaron un consentimiento informado autorizando su participación voluntaria en el estudio. También se realizó una reunión entre los participantes y el equipo de investigadores donde se detallaron los procedimientos y evaluaciones a realizar, en esta reunión también se respondieron preguntas.

Análisis Estadístico

La normalidad de los datos se determinó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas se analizó con la prueba de Levene, se cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas. Se utilizaron estadísticas de media y desviación estándar para representar las variables de estudio, para comparar los resultados pre y post (dos veces), se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) considerando un factor intrasujeto (edad utilizada como covariable) grupo x tiempo, seguido de la prueba post hoc de Tukey, se utilizó la edad como covariable debido a que la dispersión de las edades entre 19 y 24 años podría afectar los efectos de la intervención. También se realizó una prueba de eta cuadrada parcial (η^2p) considerando valores de <0.01, >0.059 y >0.138, clasificando como tamaños de efecto pequeño, mediano y grande, respectivamente (Richardson et al., 2011). Para el análisis estadístico se utilizó el software JAMOVI® versión 2.3.21 (Sydney, Australia). Para todas las pruebas estadísticas, se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio. En la Tabla 1 se muestran las características básicas de los participantes. Se observa que no existen diferencias entre los grupos en edad ($p=0,450$), talla ($p=0,529$), peso ($p=0,141$) e IMC ($p=0,317$). Los tamaños del efecto en estas variables fueron todos bajos, lo que se asocia a los valores p obtenidos.

Tabla 1. Variables básicas de los participantes

Variable	Grupo 1 (n=108)		Grupo 2 (n=98)		Grupo 3 (n=80)		Todos (n=286)		F	p	N ₂ p
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD			
Edad	20.3	1.69	20.0	1.69	20.1	1.48	20.1	1.61	0.801	0.450	0.006
Altura	1.70	0.09	1.70	0.09	1.69	0.07	1.69	0.08	0.639	0.529	0.004
Peso	72.8	10.61	73.2	10.58	70.4	11.34	72.0	10.9	1.97	0.141	0.014
IMC	25.1	2.99	25.2	2.96	24.6	3.42	24.9	3.55	1.15	0.317	0.008

En la tabla 2, se observan los efectos obtenidos en el protocolo de saltos a partir de las intervenciones realizadas. En la altura de SJ se observaron diferencias dentro de tres los grupos (PRE-POST), se generaron mejoras en el grupo 1 (28.8cm vs 30.5cm) y grupo 3 (29.2cm vs 29.9cm) mientras que el grupo 2 (30.1cm vs 28.6cm) mostró una disminución del rendimiento posterior a la intervención ($F=39.32$;

<0.001 ; 0.217). En el salto CMJ también se observaron diferencias en los tres grupos posterior a la intervención ($F=11.67$; <0.001 ; 0.076), el grupo 1 mejoró el CMJ (30.2cm vs 32.1cm), el grupo 3 también mejoró (31.1 vs 32.3), mientras que el grupo 2 disminuyó el rendimiento (32.3cm vs 31.4 cm). Finalmente, en la altura de salto ABALA no se registraron diferencias en los grupos ($F=8.73$;

<0.001; 0.058). En la altura de los tres saltos no se registraron diferencias entre los grupos antes y posterior a la intervención ($p < 0.05$). Se observaron tamaños de efecto grandes en la interacción tiempo x grupo para las variables de altura

en el Squat ($n2p = 0.217$), tiempo en el Squat ($n2p = 0.310$) y tiempo en el CMJ ($n2p = 0.185$). En contraste, no se detectaron tamaños de efecto significativos en las demás variables analizadas.

Tabla 2.

Valores obtenidos en el salto antes y después de la intervención

Variable	Grupo 1 (n=108)				Grupo 2 (n=98)				Grupo 3 (n=80)				Effect Time			Effect Time x Group		
	PRE		POST		PRE		POST		PRE		POST		F	p	n ² p	F	p	n ² p
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD						
Squat Altura (cm)	28.8*	8.34	30.5*	8.70	30.1*	8.63	28.6*	8.08	29.2*	8.82	29.9*	8.90	0.05	0.946	0.006	39.32	<0.001	0.217
Squat tiempo	0.482* **	0.08	0.514*	0.10	0.497	0.08	0.483	0.07	0.483	0.07	0.496	0.09	0.07	0.925	0.189	66.3	<0.001	0.310
CMJ Altura (cm)	30.2*	9.22	32.6*	9.10	32.3	9.16	31.4	9.46	31.1	9.38	32.3	9.12	0.01	0.981	0.013	11.67	<0.001	0.076
CMJ Tiempo	0.494*	0.07	0.509*	0.07	0.507*	0.07	0.498*	0.07	0.495*	0.07	0.506*	0.07	0.02	0.990	0.033	32.10	<0.001	0.185
Abalakov (cm)	35.9*	10.58	37.4*	11.30	36.9	11.38	36.2	10.76	36.0	10.88	36.6	11.31	0.02	0.978	0.009	8.73	<0.001	0.058
Abalakov Tiempo	0.533*	0.08	0.545*	0.08	0.542	0.08	0.539	0.08	0.534	0.08	0.540	0.08	0.03	0.986	0.006	2.82	<0.001	0.020

* cambios en el mismo grupo PRE y POST intervención. con p valor <0.001

Discusión

Los resultados del presente estudio demostraron que la realización de ejercicio de alta intensidad a partir del uso de un sistema de realidad virtual en plataforma inestable genera mejoras en la fuerza de extremidades inferiores a partir de una respuesta adaptativa aguda positiva en la capacidad de realizar saltos en un grupo de estudiantes universitarios significativamente mayor al grupo de ejercicio de alta intensidad en superficie estable derivado del Skipping, sin embargo el grupo ICAROS no tuvo diferencias significativas en la altura de saltos en SJ, CMJ y ABALA pre y post estímulo, sí en el tiempo de duración que disminuyó significativamente entre SJ pre y post estímulo de plataforma inestable.

Tal como fue señalado anteriormente, la mejora del rendimiento después de un ejercicio con carga intensa se conoce como fenómeno de potenciación postactivación (PAP) (Kilduff et al., 2007). Chen et al. (2017) estudiaron si el entrenamiento con vibración mejoraría el fenómeno individual de PAP en jugadores de baloncesto y voleibol universitarios quienes realizaron tres saltos verticales cuatro minutos después del protocolo PAP como post test. Los resultados posteriores a la prueba mejoraron significativamente en comparación con la prueba previa para la altura del salto vertical en todos los protocolos de PAP. Lograr el máximo rendimiento en un salto vertical requiere componentes multifacéticos como la fuerza máxima y explosiva a través del desarrollo de diferentes ejercicios de acondicionamiento (Arabatzis et al., 2010; McLellan et al., 2011). Las investigaciones actuales son contradictorias sobre si el estímulo vibratorio de todo el cuerpo tiene o no un efecto significativo sobre la altura, la potencia, el equilibrio y la agilidad del salto vertical (Wallman et al., 2019). Estudios previos demostraron que la vibración de cuerpo completo aumentaba la temperatura intramuscular (Cochrane et al., 2008) y no solo inducía un beneficio de PAP, sino que también mejoraba la resistencia a la fatiga (Barroso et al., 2013).

Estudios anteriores demostraron que la PAP era un fenómeno individual (Comyns et al., 2006; Lim y Kong, 2013;

McCann y Flanagan, 2010; Weber et al., 2008) que se sugirió inducirlo según las características físicas de los participantes (Robbins, 2005). Estos investigadores encontraron que los participantes respondieron de manera diferente a los protocolos según el tipo de ejercicio de acondicionamiento, el tiempo de recuperación, el volumen y la intensidad. Algunos participantes se beneficiaron de la PAP, mientras que otros empeoraron su desempeño (Lim y Kong, 2013; McCann y Flanagan, 2010; Weber et al., 2008).

Por otra parte, Armstrong et al., (2010) encontraron que el momento más apropiado para evaluar la altura del salto vertical es dentro de los cinco minutos posteriores al estímulo vibratorio de todo el cuerpo, porque después de ese tiempo los efectos comienzan a disminuir. En nuestro estudio el tiempo posterior fue de 5 minutos, lo cual puede haber influido en que no hubiese aumentos significativos en la altura de los saltos. Sí encontraron que el uso de este estímulo provoca un aumento en la altura del salto vertical en una muestra heterogénea (estudiantes mínimamente activos hasta deportistas interuniversitarios) de estudiantes universitarios masculinos y femeninos, al igual que Davoodi et al. (2010) donde una sesión de estímulo vibratorio aumentó significativamente la altura del salto vertical en estudiantes varones sanos no deportistas, resultados que no coinciden con nuestro estudio.

Existen estudios que evidencian un aumento en la altura del salto como resultado del entrenamiento con vibración (Rhen et al., 2007). Cochrane et al. (2004). examinaron los efectos en el salto vertical en 24 estudiantes de ciencias del deporte (16 hombres y 8 mujeres) y no encontraron diferencias significativas entre el grupo vibración y el grupo de control. Sin embargo, Torvinen et al. (2003) encontró resultados contradictorios en un estudio donde investigó a 56 voluntarios no entrenados (21 hombres, 35 mujeres, edades entre 19 y 38 años) y encontró un aumento significativo en la altura del salto vertical con contramovimiento en el grupo vibración en comparación con el grupo de control (Torvinen et al., 2003) Al examinar los efectos de la vibración de

cuerpo completo en 9 hombres de entre 19 y 23 años, Cormie et al. (2006) encontraron que la altura del salto con contramovimiento aumentó después del uso de vibración. Esto coincide con Wyon et al. (2010) quienes, al investigar los efectos de la vibración en 18 bailarinas universitarias, encontraron que la altura del salto vertical mejoraba con el uso de la vibración de cuerpo completo.

Los mecanismos que fundamentan las mejoras en el rendimiento del presente estudio se basan en que la inestabilidad puede facilitar adaptaciones neuronales en la musculatura del tronco, mejorando la estabilidad, también se ha visto que la respuesta aguda a la exposición en plataformas inestables genera una tasa de desarrollo de fuerza isométrica máxima y desarrollo de fuerza dinámica menor que el ejercicio de alta intensidad realizado en una superficie estable (Zemková, 2016). Las mejoras en la estabilidad de tronco podrían generar efectos positivos en la técnica de salto (Mueller et al., 2017) y las menores tasas de desarrollo de fuerza inducen mejoras en los niveles de fatiga a nivel muscular periférico. Un estudio realizado en participantes con características similares a los del presente estudio, avala los resultados obtenidos ya que reveló que la fuerza y estabilidad de tronco se asocia con la capacidad de salto independiente de si la superficie es estable o inestable (Prieske et al., 2015), por lo que los efectos compensatorios de la actividad muscular del tronco durante el ejercicio previo en superficie inestable podrían ser útiles como estrategia de calentamiento para realizar movimientos explosivos como el salto (Imai et al., 2016). En este sentido, y a modo de conclusión, el modelo de realidad virtual en superficie inestable ICAROS se posiciona como una estrategia válida para generar efectos de potenciación post activación (PAP) y mejoras en el rendimiento deportivo (PAPE) en estudiantes universitarios.

Limitaciones

Las limitaciones potenciales de este estudio podrían incluir varias áreas que podrían impactar en la interpretación de los resultados y su generalización. En primer lugar, aunque el estudio observó mejoras en la fuerza de las extremidades inferiores en un grupo de estudiantes universitarios después de realizar ejercicio de alta intensidad utilizando realidad virtual en una plataforma inestable (ICAROS), es importante tener en cuenta que este grupo demográfico puede no representar completamente a otros grupos, como atletas de alto rendimiento o personas de diferentes edades y niveles de condición física. Además, la falta de diferencias significativas en la altura de los saltos entre el grupo que utilizó realidad virtual y el grupo de control puede sugerir la necesidad de investigaciones adicionales con un diseño más robusto o un tamaño de muestra más grande para detectar efectos más sutiles.

Otra limitación podría ser la variabilidad en la respuesta individual al fenómeno de potenciación postactivación (PAP)

y a la vibración de cuerpo completo. Como se menciona en la discusión, estudios anteriores han demostrado que la respuesta a estos estímulos puede variar según factores como el tipo de ejercicio, el tiempo de recuperación y las características físicas individuales de los participantes. Por lo tanto, la falta de mejoras significativas en la altura de los saltos en este estudio podría estar influenciada por la respuesta heterogénea de los participantes a la intervención.

Finalmente, aunque se sugiere que la inestabilidad generada por la realidad virtual en una plataforma inestable puede facilitar adaptaciones neuronales en la musculatura del tronco y mejorar la estabilidad, es importante reconocer que la relación entre la estabilidad del tronco y el rendimiento del salto es compleja y puede estar influenciada por otros factores. Investigaciones futuras podrían beneficiarse de un análisis más detallado de estos mecanismos y de la inclusión de medidas objetivas de estabilidad y rendimiento deportivo para proporcionar una comprensión más completa de los efectos de la realidad virtual en el entrenamiento deportivo.

Consideraciones prácticas

Cuando se trata de integrar la realidad virtual en el contexto deportivo, es esencial abordar una serie de consideraciones prácticas que pueden mejorar significativamente la experiencia y los resultados. En primer lugar, se aconseja evitar la sobrecarga en la plataforma inestable con realidad virtual y mantener tiempos de activación adecuados, ya que períodos prolongados de uso pueden generar fatiga previa, afectando así el rendimiento deportivo. Además, se recomienda realizar un análisis detallado del tipo de ejercicio y del modelo de realidad virtual a utilizar, teniendo en cuenta la modalidad deportiva específica y sus requerimientos técnicos y tácticos. Es fundamental también tener en cuenta los intervalos de descanso entre las sesiones de realidad virtual y la práctica deportiva, con el fin de permitir una recuperación adecuada y evitar posibles lesiones por sobreuso. Por último, es importante evaluar el nivel de habilidad del deportista y considerar las posibles implicancias que el uso de una plataforma de realidad virtual con base inestable pueda tener en su rendimiento y en el desarrollo de habilidades específicas relacionadas con el equilibrio y la estabilidad. Al tomar en cuenta estas recomendaciones, se puede maximizar el potencial de la realidad virtual como herramienta complementaria en el entrenamiento deportivo.

Referencias

- Arabatzis, F., Kellis, E., & Saèz-Saez De Villarreal, E. (2010). Vertical jump biomechanics after plyometric, weightlifting, and combined (weight lifting + plyometric) training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(9), 2440–2448.

- <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e274ab>
- Armstrong, W., Grinnell, D., & Warren, S. (2010). The acute effect of whole-body vibration on the vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2835–2839. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e271cc>
- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. WW Norton & Company.
- Barroso, R., Silva-Batista, C., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2013). The effects of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1RM. *Journal of strength and conditioning research*, 27(4), 1009–1013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182606cd9>
- Blazevich, A., & Babault, N. (2019). Post-activation Potentiation Versus Post-Activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/bf00422166>
- Boullosa, D., Beato, M., Dello Iacono, A., Cuenca-Fernández, F., Doma, K., Schumann, M., Zagatto, A., Loturco, I., & Behm, D. (2020). A New Taxonomy for Postactivation Potentiation in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1197–1200. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0350>
- Boullosa, D., Del Rosso, S., Behm, D., & Foster, C. (2018). Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 595–610. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>
- Cabrejas, C., Solana-Tramunt, M., Morales, J., Campos-Rius, J., Ortigón, A., Nieto-Guisado, A., & Carballeira, E. (2022). The Effect of Eight-Week Functional Core Training on Core Stability in Young Rhythmic Gymnasts: A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3509. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063509>
- Chen, Z., Lo, S., Wang, M., Yu, C., & Peng, H. (2017). Can Different Complex Training Improve the Individual Phenomenon of Post-Activation Potentiation?. *Journal of Human Kinetics*, 56, 167–175. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0034>
- Cochrane, D., Legg, S., & Hooker, M. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 828–832. <https://doi.org/10.1519/14213.1>
- Cochrane, D., Stannard, S., Sargeant, A., & Rittweger, J. (2008). The rate of muscle temperature increases during acute whole-body vibration exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 441–448. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0736-4>
- Colson, S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., & Legros, P. (2010). Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 999–1006. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7bf10>
- Comyns, T., Harrison, A., Hennessy, L., & Jensen, R. (2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 471–476. <https://doi.org/10.1519/18445.1>
- Cormie, P., Deane, R., Triplett, N., & McBride, J. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 257–261. <https://doi.org/10.1519/R-17835.1>
- Cormie, P., McGuigan, M., & Newton, R. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- Cuenca-Fernández, F., Smith, I., Jordan, M., MacIntosh, B., López-Contreras, G., Arellano, R., & Herzog, W. (2017). Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(10), 1122–1125. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0217>
- Davoodi, B., Arshadi, S., & Bouri, S. Z. (2010). Effect of whole body vibrations on performance indexes of aerobic power and flexibility in non-athlete men. *British Journal of Sports Medicine*, 44(Suppl 1), i10.3-i10. <https://doi.org/10.1136/bjsem.2010.078725.28>
- de Keijzer, K., McErlain-Naylor, S., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2020). Effect of Volume on Eccentric Overload-Induced Postactivation Potentiation of Jumps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(7), 976–981. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0411>
- Edman, K., & Andersson, K. (1968). The variation in active tension with sarcomere length in vertebrate skeletal muscle and its relation to fibre width. *Experientia*, 24(2), 134–136. <https://doi.org/10.1007/bf02146942>
- Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of Sports Sciences*, 38(2), 192–205. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689807>
- Ferri-Caruana, A., Prades-Insa, B., & Serra-Añó, P. (2020). Effects of pelvic and core strength training on biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(8), 1128–1136. <https://doi.org/10.23736/S0022->

- 4707.20.10552-8
- Franklin, D., Osu, R., Burdet, E., Kawato, M., & Milner, T. (2003). Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model. *Journal of Neurophysiology*, 90(5), 3270–3282. <https://doi.org/10.1152/jn.01112.2002>
- Folland, J., Wakamatsu, T., & Fimland, M. (2008). The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European Journal of Applied Physiology*, 104(4), 739–748. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0823-6>.
- French, D., Kraemer, W., & Cooke, C. (2003). Changes in Dynamic Exercise Performance Following a Sequence of Preconditioning Isometric Muscle Actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678–685. <https://doi.org/10.1519/00124278-200311000-00009>
- Giakoni-Ramírez, F., Godoy-Cumillaf, A., Fuentes-Merino, P., Fariás-Valenzuela, C., Duclos-Bastías, D., Bruneau-Chávez, J., Merellano-Navarro, E., & Velásquez-Olavarría, R. (2023). Intensity of a Physical Exercise Programme Executed through Immersive Virtual Reality. *Healthcare*, 11(17), 2399. <https://doi.org/10.3390/healthcare11172399>
- Greengard, S. (2019). Virtual Reality. The MIT Press Essential Knowledge Series <https://doi.org/10.7551/mitpress/11836.001.0001>
- Guo, L., Wu, Y., & Li, L. (2020). Dynamic Core Flexion Strength is Important for Using Arm-Swing to Improve Countermovement Jump Height. *Applied Sciences*, 10(21), 7676. <https://doi.org/10.3390/app10217676>
- Hamada, T., Sale, D., MacDougall, J., & Tarnopolsky, M. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131–2137. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2131>
- Hawkey, A. (2012). Whole body vibration training improves muscular power in a recreationally active population. *Sportlogia*, 8(2), 116–122. <https://doi.org/10.5550/sgia.120802.en.116h>
- Hibbs, A., Thompson, K., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995–1008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
- Hirase, T., Inokuchi, S., Matsusaka, N., & Okita, M. (2015). Effects of a balance training program using a foam rubber pad in community-based older adults: a randomized controlled trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 38(2), 62–70. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000023>
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-Activation Potentiation. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- Howe, T., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D., & Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD004963. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004963.pub3>
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2016). Immediate Effects of Different Trunk Exercise Programs on Jump Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 37(3), 197–201. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1559714>
- Jirovska, R.; Kay, A., Tsatalas, T., Van Enis, A., Kokkotis, C., Giakas, G., Mina, M. La influencia de la carga inestable y el ejercicio tradicional de sentadilla trasera con peso libre en el rendimiento posterior del salto con contramovimiento. *J. Función. Morfol. Kinesiol.* 2023 , 8 , 167. <https://doi.org/10.3390/jfmk8040167>.
- Kilduff, L., Bevan, H., Kingsley, M., Owen, N., Bennett, M., Bunce, P., Hore, A., Maw, J., & Cunningham, D. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1134–1138. <https://doi.org/10.1519/R-20996.1>
- Kohler, J., Flanagan, S., & Whiting, W. (2010). Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 313–321. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c8655a>
- Lai, Q., Gouwanda, D., & Gopalai, A. (2023). Postural Control and Adaptation Strategy of Young Adults on Unstable Surface. *Motor Control*, 27(2), 179–193. <https://doi.org/10.1123/mc.2021-0138>
- Lee, J., & Kim, J. (2022). Effects of an 8-week lunge exercise on an unstable support surface on lower-extremity muscle function and balance in middle-aged women. *Physical activity and nutrition*, 26(4), 14–21. <https://doi.org/10.20463/pan.2022.0020>
- Lee, J., Wang, L., & Zhang, X. (2024). Exploring the relationship between core stability and vertical jump in recreationally active male college students based on a suite of novel core stability assessments. *Heliyon*, 10(3), e25236. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25236>
- Lim, J., & Kong, P. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2730–2736. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182815995>
- Masamoto, N., Larson, R., Gates, T., & Faigenbaum, A. (2003). Acute Effects of Plyometric Exercise on Maximum Squat Performance in Male Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 68–71. <https://doi.org/10.1519/00124278-200302000-00011>
- McCann, M., & Flanagan, S. (2010). The effects of exercise

- selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1285–1291. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d6867c>
- McLellan, C., Lovell, D., & Gass, G. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 379–385. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be305c>
- Miles, H., Pop, S., Watt, S., Lawrence, G., & John, N. (2012). A review of virtual environments for training in ball sports. *Computers & Graphics*, 36(6), 714–726. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2012.04.007>
- Mueller, S., Stoll, J., Mueller, J., Cassel, M., & Mayer, F. (2017). Trunk Muscle Activity during Drop Jump Performance in Adolescent Athletes with Back Pain. *Frontiers in Physiology*, 8, 274. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00274>
- Nepocaty, S., Ketcham, C., Vallabhajosula, S., & Balilionis, G. (2018). The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(1-2), 27–34. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06797-9>
- Ochi, G., Kuwamizu, R., Fujimoto, T., Ikarashi, K., Yamashiro, K., & Sato, D. (2022). The Effects of Acute Virtual Reality Exergaming on Mood and Executive Function: Exploratory Crossover Trial. *JMIR Serious Games*, 10(3), e38200. <https://doi.org/10.2196/38200>
- Osoba, M., Rao, A., Agrawal, S., & Lalwani, A. (2019). Balance and gait in the elderly: A contemporary review: Balance and Gait in the Elderly. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 4(1), 143–153. <https://doi.org/10.1002/lio2.252>
- Prieske, O., Muehlbauer, T., Krueger, T., Kibele, A., Behm, D., & Granacher, U. (2015). Role of the trunk during drop jumps on stable and unstable surfaces. *European Journal of Applied Physiology*, 115(1), 139–146. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3004-9>
- Rehn, B., Lidström, J., Skoglund, J., & Lindström, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(1), 2–11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00578.x>
- Richlan, F., Weiß, M., Kastner, P., & Braid, J. (2023). Virtual training, real effects: a narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 14, 1240790. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240790>
- Robbins D. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 453–458. <https://doi.org/10.1519/R-14653.1>
- Schilling, J., Murphy, J., Bonney, J., & Thich, J. (2013). Effect of core strength and endurance training on performance in college students: Randomized pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(3), 278–290. ISSN 1360-8592. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.08.008>
- Stein, R., Gordon, T., & Shriver, J. (1982). Temperature dependence of mammalian muscle contractions and ATPase activities. *Biophysical Journal*, 40(2), 97–107. [https://doi.org/10.1016/s0006-3495\(82\)84464-0](https://doi.org/10.1016/s0006-3495(82)84464-0)
- Tillin, N., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievänen, H., Järvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Nenonen, A., Järvinen, T., Paakkala, T., Järvinen, M., & Vuori, I. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(5), 876–884. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2003.18.5.876>
- Vandervoort, A., Quinlan, J., & McComas, A. (1983). Twitch potentiation after voluntary contraction. *Experimental Neurology*, 81(1), 141–152. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(83\)90163-2](https://doi.org/10.1016/0014-4886(83)90163-2)
- Wallmann, H., Bell, D., Evans, B., Hyman, A., Goss, G., & Paicely, A. (2019). The Effects of Whole Body Vibration on Vertical Jump, Power, Balance, and Agility in Untrained Adults. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(1), 55–64. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190055>
- Weber, K., Brown, L., Coburn, J., & Zinder, S. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 726–730. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181660899z>
- Wilson, J., Duncan, N., Marin, P., Brown, L., Loenneke, J., Wilson, S., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854–859. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2bdb>
- Wood, G., Wright, D., Harris, D., Pal, A., Franklin, Z., & Vine, S. (2020). Testing the construct validity of a soccer-specific virtual reality simulator using novice, academy, and professional soccer players. *Virtual Reality*, 25(1), 43–51. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00441-x>
- World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Wyon M. (2010) Preparing to Perform: Periodization and

- Dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 14(2):67-72. <https://doi.org/10.1177/1089313X1001400205>
- Xu, W., Liang, H., Baghaei, N., Ma, X., Yu, K., Meng, X., & Wen, S. (2021). Effects of an Immersive Virtual Reality Exergame on University Students' Anxiety, Depression, and Perceived Stress: Pilot Feasibility and Usability Study. *JMIR Serious Games*, 9(4), e29330. <https://doi.org/10.2196/29330>
- Zemková E. (2016). Instability resistance training for health and performance. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(2), 245–250. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.05.007>
- Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>

Datos de los/as autores/as:

Frano Giakoni-Ramírez	frano.giakoni@unab.cl	Autor/a
Rodrigo Yañez-Sepúlveda	rodrigo.yanez.s@unab.cl	Autor/a
Catalina Muñoz-Strale	Catalina.munoz@unab.cl	Autor/a
Daniel Duclos-Bastías	daniel.duclos@pucv.cl	Autor/a
Andrés Godoy-Cumillaf	andres.godoy@uautonoma.cl	Autor/a
Juan Pablo Melej Elgart	contacto@feelandmove.cl	Autor/a
Cristóbal Ramírez Facusse	contacto@feelandmove.cl	Autor/a